

Universidade de Brasília – UnB
Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável – PPG-CDS

Dissertação de Mestrado

**VIABILIDADE DOS COMPROMISSOS BRASILEIROS DE
REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO
ESTUFA: UMA ANÁLISE DOS PERÍODOS PRÉ E PÓS-
2020.**

Mestrando: Hugo do Valle Mendes

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Gomes Barreto

Coorientador: Prof. Dr. Mauro Guilherme Maidana Capelari

Julho de 2020.

MENDES, Hugo do Valle. Viabilidade dos Compromissos Brasileiros de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa: uma análise dos períodos pré e pós-2020. Hugo do Valle Mendes. Orientação Cristiane Gomes Barreto e Mauro Guilherme Maidana Capelari. – Brasília, 2020.

164p.

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília / Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2020.

1. Mudança do clima, 2. Gases de efeito estufa, 3. Projeção de emissões, 4. Política Nacional sobre Mudança do Clima, 5. Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas, 6. Acordo de Paris, 7. Contribuição Nacionalmente Determinada, 8. Código Florestal.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MENDES, H. V. Viabilidade dos Compromissos Brasileiros de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa: uma análise dos períodos pré e pós-2020. 164p. Dissertação de Mestrado – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do mesmo.

Assinatura

HUGO DO VALLE MENDES

**VIABILIDADE DOS COMPROMISSOS BRASILEIROS DE REDUÇÃO DE
EMISSÕES DE GASES DE EFEITO: UMA ANÁLISE DOS PERÍODOS PRÉ E
PÓS-2020.**

Dissertação de Mestrado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Sustentável.

Aprovado por:

Prof^a. Dr^a. Cristiane Gomes Barreto – CDS/UnB (Orientadora)

Prof. Dr. Mauro Guilherme Maidana Capelari – CDS/UnB (Coorientador)

Prof. Dr. Saulo Rodrigues Filho – CDS/UnB (Examinador Interno)

Prof^a. Suely Mara Vaz Guimarães de Araújo (Examinadora Externa ao PPGCDS)

Prof. Dr. Thiago de Araújo Mendes – PPGRI – PUC Minas (Suplente)

Brasília, 29 de julho de 2020.

Dedico este trabalho a meus filhos, Beatriz e Oliver,
representantes das futuras gerações,
de quem tomamos emprestado o planeta
com a responsabilidade de devolvê-lo melhor.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo agradeço aos meus pais, Daniella e Sérgio, por terem me guiado, acompanhado e ensinado que as conquistas da vida dependem de esforço e dedicação. Vocês são minha referência em diversas esferas da vida.

Agradeço à minha esposa, Laís, por ter me dado a oportunidade de descobrir e vivenciar a tarefa mais complexa e extraordinária da vida, ser pai. Sempre acreditei que formamos um afortunado par, e que juntos conseguiremos nos apoiar para conquistar nossos sonhos.

Agradeço à minha irmã, Lais, e seu esposo, Perciane, por terem me tornado padrinho da sorridente Helena. Lais, meus pensamentos estão contigo, pois enquanto escrevo estas palavras você traz mais uma vida para este mundo. Seja bem-vindo pequeno Benjamim!

Agradeço aos meus sogros, Américo e Denise, sempre presentes e dispostos a ajudar no dia a dia, o que me permitiu escrever mais do que algumas linhas.

Agradeço aos amigos que encontrei na vida profissional, Adriano Santhiago, Everton Lucero, Gabriel Lui, José Miguez, Thelma Krug e Thiago Mendes, por terem me recebido em seu meio e compartilhado suas visões, opiniões e ensinamentos sobre mudança do clima. Muito do que aprendi com vocês se encontra nas páginas deste trabalho.

Agradeço imensamente aos professores que me orientaram na elaboração e condução deste trabalho. Cristiane Barreto e Mauro Capelari, as leituras sugeridas e a confiança que vocês demonstraram ter em mim foram engrandecedoras. Espero ter devolvido à altura de suas expectativas.

Todos vocês, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

Por fim, termino com uma reflexão, na esperança de que se estivesse mais presente poderia tornar o mundo um ambiente mais humano.

And in the end, the love you take, is equal to the love you make.

Lennon & McCartney.

RESUMO

O governo brasileiro comprometeu-se com metas de redução de emissões de gases de efeito estufa para os anos de 2020, 2025 e 2030. Tais compromissos estão respaldados pela implementação de políticas e medidas em diferentes setores da economia brasileira. Entretanto, o monitoramento de sua implementação não ocorre de maneira regular e homogênea em todos os setores. Existem lacunas de definição metodológica e, em algumas situações, ausência de dados necessários ao monitoramento. Ainda, para 2020, coexistem dois planejamentos que pouco dialogam entre si, um no plano interno, representado pela Política Nacional sobre Mudança do Clima, e outro no plano internacional, representado pelas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas. Já no âmbito do Acordo de Paris, período pós-2020, os compromissos brasileiros de redução de emissões tornam-se mais bem estruturados, amadurecidos e ambiciosos, pairando sobre eles dúvidas quanto à capacidade de o Brasil alcançar o que se propôs em sua Contribuição Nacionalmente Determinada. Esta pesquisa buscou: (i) reconstruir, à partir de referências históricas, possíveis metodologias para avaliar a situação da implementação das metas setoriais de redução de emissões previstas para o ano de 2020; (ii) prospectar, com base no histórico de emissões, a factibilidade do cumprimento das metas agregadas de redução de emissões para 2020, 2025 e 2030; e (iii) estimar o potencial de redução de emissões pelo cumprimento do Código Florestal como alternativa para alcance das metas no âmbito do Acordo de Paris. Em última análise, se busca responder à seguinte pergunta, se o Brasil tem seguido uma trajetória de redução de emissões de gases de efeito estufa consistente com os compromissos assumidos para 2020, 2025 e 2030. Os resultados encontrados indicam: (i) incoerências no planejamento, falhas no monitoramento das metas assim como superdimensionamento da projeção agregada de emissões (*business as usual*) para 2020, facilitando o seu alcance; (ii) que o cumprimento da meta brasileira no âmbito do Acordo de Paris depende fundamentalmente do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas, seja pelo combate ao desmatamento ilegal ou pela implementação, em larga escala, da atividade de reflorestamento; e (iii) muito embora o cumprimento do Código Florestal se apresente como uma alternativa estratégica para alcance das metas previstas para 2025 e 2030 o setor florestal carece atualmente de instrumentos de gestão para implementação das políticas e medidas necessárias.

Palavras-chave: Mudança do clima, gases de efeito estufa, projeção de emissões, Política Nacional sobre Mudança do Clima, Acordo de Copenhague, Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas, Acordo de Paris, Contribuição Nacionalmente Determinada, Código Florestal.

ABSTRACT

The Brazilian government has made a pledge with goals for greenhouse gas emissions reduction for the years 2020, 2025 and 2030. Such pledges are backed up by the implementation of policies and measures in different sectors of the Brazilian economy. However, the monitoring of its implementation does not occur in a regular and uniform manner in all sectors. There are gaps in methodology definition and, in some cases, the lack of necessary data for monitoring. In addition, for 2020 there are two coexisting planes that interact little with each other: one of them is the internal plane, represented by the National Policy of Climate Change, and the other is the international plane, represented by the Nationally Appropriated Mitigation Action. In regards to the Paris Agreement, in the post 2020 period, Brazilian pledges of emissions reduction have become more well-structured, mature and ambitious, which makes us wonder as to Brazil's capacity of achieving what was proposed in its Nationally Determined Contribution. This research sought to: (i) reconstruct, from historical references, possible methodologies to evaluate the situation of the implementation of sectoral goals for emissions reduction expected for the year 2020; (ii) prospect, based on historical emissions, the feasibility of meeting the aggregate goals for 2020, 2025 and 2030; and (iii) estimate the potential of emissions reduction by the fulfillment of the Forest Code, as an alternative to achieve the goals proposed in the Paris Agreement. The results indicate the following: (i) incoherence in planning, flaws in goal monitoring as well as overscaling of aggregate emissions projection (business as usual) for 2020, facilitating its reach; (ii) that the fulfillment of Brazilian goals regarding the Paris Agreement depends fundamentally on the forest sector, with the fight against illegal deforestation or the implementation, in large scale, of the reforestation activity; and (iii) although the fulfillment of the Forest Code is presented as a strategic alternative to achieve the goals for 2025 and 2030, the forest sector currently lacks administrative tools for the implementation of necessary policies and measures.

Key-words: Climate change, greenhouse gas, emissions projection, National Policy of Climate Change, Copenhagen Agreement, Nationally Appropriated Mitigation Action, Paris Agreement, Nationally Determined Contribution, Forest Code.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
CAPÍTULO 1: SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS COMPROMISSOS VOLUNTÁRIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE DO BRASIL	19
1. INTRODUÇÃO	19
2. METODOLOGIA	39
2.1. Mudança do Uso da Terra e Florestas	40
2.2. Energia	41
2.2.1 Ampliação de biocombustíveis	42
2.2.2. Expansão da fonte hidrelétrica	43
2.2.3. Ampliação das fontes alternativas	43
2.2.3. Eficiência energética	44
2.3. Agropecuária	44
2.3.1 Recuperação de Pastagens Degradadas	45
2.3.2 Integração Lavoura, Pecuária, Floresta (iLPF)	46
2.3.3 Sistema Plantio Direto (SPD)	46
2.3.4 Fixação Biológica de Nitrogênio	46
2.3.5 Florestas Plantadas	46
2.3.6 Tratamento de Dejeito de Animais	47
2.4 Indústria Siderúrgica	47
3. RESULTADO DO DIAGNÓSTICO SOBRE O GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO	51
3.1. Mudança do Uso da Terra e Florestas	51
3.2. Agropecuária	56
3.3 Energia	61
3.4 Indústria Siderúrgica	64
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	69
5. CONCLUSÕES	73
CAPÍTULO 2: VIABILIDADE DAS METAS AGREGADAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES.	74
1. INTRODUÇÃO	74
2. METODOLOGIA	87
3. RESULTADOS DA EXTRAPOLAÇÃO DE TENDÊNCIA DAS EMISSÕES DE GEE	90
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	94

4.1. Período pré-2020. Emissões do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas e a meta para 2020.	94
4.2. Período pós-2020.	97
5. CONCLUSÕES	103
CAPÍTULO 3: POTENCIAL DE REMOÇÃO DE CO₂ DO SETOR MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA PELA RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RESERVA LEGAL	104
1. INTRODUÇÃO	104
2. METODOLOGIA	117
3. RESULTADOS DO POTENCIAL DE REMOÇÃO DE CO ₂	120
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	124
5. CONCLUSÕES	127
COMENTÁRIOS FINAIS E RECOMENDAÇÕES	128
PONTOS DE PARTIDA PARA FUTURAS PESQUISAS	129
REFERÊNCIAS	130
ANEXO I: NAMA DO BRASIL ENCAMINHADA À UNFCCC	136
ANEXO II: DADOS HISTÓRICOS DE EMISSÕES DE GEE	139
ANEXO III: EXTRAPOLAÇÃO DA TENDÊNCIA DE EMISSÕES DE GEE	140
ANEXO IV: MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS REMOÇÕES DE CO₂ PELA RECOMPOSIÇÃO DE APPS E RL.	141

Índice de Figuras:

Figura 1: Linha do tempo da implementação da agenda sobre mudança do clima.....	17
Figura 2: Diferenciação dos Compromissos Brasileiros de Redução de Emissões de GEEs.	29
Figura 3: Ordem de busca das memórias de cálculo.	39
Figura 4: Projeção das emissões de GEE decorrentes do desmatamento na Amazônia Legal para o ano de 2020 em km ²	51
Figura 11: Interconexões entre emissões de GEE, vetores imediatos, vetores subjacentes, e políticas e medidas.	78
Figura 12: Relação entre renda e emissões de GEE para os seis setores agregados do IPCC.....	81
Figura 13: Emissões de GEE e compromissos de redução de emissões para 2020, 2025 e 2030.	82
Figura 15: O PIB Agropecuário da Amazônia cresceu mesmo com o desmatamento em queda.	85
Figura 14: Extrapolação de tendências, Business as Usual (BAU).....	87
Figura 16: Projeção de emissões separadas setorialmente até 2030 e, marcadas em x, as metas do pré-2020 e pós-2020.....	92
Figura 17: Atuação potencial das florestas tropicais em estabilizar o CO ₂ atmosférico.	107
Figura 18: Incremento médio anual do estoque de carbono na biomassa viva em áreas de vegetação florestal secundária por bioma.....	118

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Produto Interno Bruto (PIB) projetado para fins de estimativa das emissões de GEE em 2020 e PIB real.....	34
Gráfico 2: Emissões brasileiras de gases de efeito estufa (GEE) e meta para 2020 dada pela PNMC (em bilhões de tCO ₂ eq).....	35
Gráfico 3: Desmatamento por corte raso na Amazônia Legal.....	52
Gráfico 4: Desmatamento por corte raso no Bioma Cerrado e projeções para redução do desmatamento.....	55
Gráfico 5: Resultados parciais da implementação dos compromissos da PNMC (em %).	67
Gráfico 6: Resultados parciais da implementação dos compromissos da PNMC (em %).	68

Índice de Quadros

Quadro 1: Quadro-resumo das memórias de cálculo.....	49
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 1: Comparativo entre as ações de mitigação propostas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima e pelas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas, organizadas por setores (em cores).....	28
Tabela 2: Limites de emissões do Brasil para 2020 e resultados mais atuais (em bilhões de toneladas de CO ₂).....	32
Tabela 3: Metodologias Indicadas para Monitoramento dos Resultados de Redução de Emissões.....	47
Tabela 4: Origem da madeira para fins de produção de carvão vegetal em toneladas... 65	
Tabela 5: Resultados parciais de implementação das ações de mitigação de emissão de GEE.....	67
Tabela 6: Regressão Linear das emissões setoriais e respectivos ajustes.....	90
Tabela 7: Emissões projetadas (em bilhões de toneladas de CO ₂ eq) versus metas dos compromissos de redução de emissões.....	91
Tabela 8: Estimativa de emissões para 2025 e 2030 (em milhões de toneladas de CO ₂ eq)	93
Tabela 9: Base legal das medidas adicionais da NDC para o setor florestal.	109
Tabela 10: Potencial de remoção de CO ₂ eq por recomposição de APPs.	120
Tabela 11: Potencial de remoção de CO ₂ eq por recomposição de 100% das RL.....	120
Tabela 12: Potencial de remoção de CO ₂ eq por recomposição de 75% das RL.....	121
Tabela 13: Potencial de remoção de CO ₂ eq por recomposição de 50% das RL.....	122
Tabela 14: Resultados de potencial de remoção de CO ₂ eq para os três cenários considerados.	122
Tabela 15: Sistematização dos dados de emissões de GEE para os setores agropecuária, energia, processos industriais e tratamento de resíduos (em milhões de toneladas de CO ₂ eq).....	139
Tabela 16: Extrapolação da tendência passada das emissões de GEE.	140
Tabela 17: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de APPs na Amazônia.	141
Tabela 18: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela restauração de APPs na Mata Atlântica.	142
Tabela 19: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela restauração de APPs no Cerrado.....	143
Tabela 20: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela restauração de APPs na Caatinga....	144

Tabela 21: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela restauração de APPs nos Pampas....	145
Tabela 22: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela restauração de APPs no Pantanal....	146
Tabela 23: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL na Amazônia.....	147
Tabela 24: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL na Mata Atlântica.....	148
Tabela 25: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL no Cerrado.....	149
Tabela 26: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL na Caatinga.....	150
Tabela 27: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL nos Pampas.....	151
Tabela 28: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 100% de RL no Pantanal.....	152
Tabela 29: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL na Amazônia.....	153
Tabela 30: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL na Mata Atlântica.....	154
Tabela 31: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL no Cerrado.....	155
Tabela 32: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL na Caatinga.....	156
Tabela 33: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL nos Pampas.....	157
Tabela 34: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 75% de RL no Pantanal.....	158
Tabela 35: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL na Amazônia.....	159
Tabela 36: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL na Mata Atlântica.....	160
Tabela 37: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL no Cerrado.....	161
Tabela 38: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL na Caatinga.....	162
Tabela 39: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL nos Pampas.....	163

Tabela 40: Potencial de remoção de CO ₂ eq pela recomposição de 50% de RL no Pantanal.....	164
---	-----

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação de mestrado insere-se no contexto da temática de enfrentamento à mudança global do clima, mais especificamente na transição do período conhecido por pré-2020 para o pós-2020, em que se encerra o Protocolo de Quioto e se inicia a implementação do Acordo de Paris, muito embora possam existir diferentes entendimentos sobre o momento de início da implementação deste último. Ambos são instrumentos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês) e evidenciam o ano de 2020 como marco fundamental da agenda atual sobre mudança do clima.

Ao lançar olhar para a implementação da agenda sobre mudança do clima no Brasil dois eventos relacionáveis marcam o início do período a ser analisado: (i) a publicação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), em dezembro de 2009; e (ii) a comunicação das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) à UNFCCC em janeiro de 2010. Ambos representam os compromissos voluntários de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) para o período pré-2020. Já em 2015 o Brasil apresentou sua Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC, na sigla em inglês) ao Acordo de Paris, com uma meta vinculante de redução de emissões para 2025 e um compromisso indicativo para 2030. Nesse contexto, o termo “agenda sobre mudança do clima” deve ser compreendido, no caso desta pesquisa, pela implementação dos compromissos voluntários da PNMC, das NAMAs e da iNDC.

Portanto, no que se refere ao horizonte temporal selecionado para esta dissertação de mestrado serão analisadas as metas e compromissos para 2020, 2025 e 2030 da agenda sobre mudança do clima contados a partir da entrada em vigor da PNMC. O período selecionado se justifica pela mudança de paradigma na implementação da agenda sobre mudança do clima em nível internacional, a qual se relaciona naturalmente com os compromissos apresentados pelo Brasil durante o período de implementação do Protocolo de Quioto.

A proposta de análise que se estabelece a partir do título desta pesquisa se baseia na implementação da agenda sobre mudança do clima ao confrontar: (i) os resultados de redução de emissões alcançados no período pré-2020 com a (ii) expectativa

em torno da viabilidade do Estado brasileiro em implementar e alcançar seus compromissos apresentados no novo contexto internacional do período pós-2020.

Para efeitos de delimitação de escopo, esta pesquisa faz referência apenas àqueles compromissos assumidos de redução de emissões de GEE. Assuntos relacionados à adaptação aos efeitos adversos da mudança do clima, financiamento para mudança do clima, mecanismos de mercado, precificação de carbono, transferência de tecnologia, entre outros não serão abordados.

Nesse sentido, os compromissos, até hoje assumidos pelo governo brasileiro são apresentados abaixo em conjunto com seus respectivos atos normativos.

Compromissos voluntários para 2020:

- (i) Reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões projetadas para o ano de 2020 definidos pela Lei nº 12.187/2009 (PNMC); e
- (ii) Reduzir entre 0,974 bilhões de tCO₂eq e 1,051 bilhões de tCO₂eq do total das emissões de GEE definido pelas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) comunicadas em 2010.

Compromisso firme para 2025:

- (iii) Reduzir as emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025 definido pela sua iNDC comunicada à UNFCCC em 2015.

Contribuição indicativa subsequente:

- (iv) reduzir as emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030 definido pela sua iNDC.

Até o momento foram apresentados breves contextos sobre diversos instrumentos normativos brasileiros relacionados à implementação da agenda sobre mudança do clima, sua relação com acordos internacionais, e modalidades de compromissos deles decorrentes. Nesse sentido, os contornos desta pesquisa de mestrado se prestam à tentativa de responder à seguinte pergunta de partida: O Brasil tem seguido uma trajetória de redução de emissões de gases de efeito estufa consistente com os compromissos assumidos para 2020, 2025 e 2030?

No intuito de facilitar o entendimento do contexto temporal desta pesquisa, segue um quadro lógico (Figura 1) que resume os marcos referenciais de cada compromisso assumido pelo governo brasileiro.

Figura 1: Linha do tempo da implementação da agenda sobre mudança do clima.



Fonte: Elaboração própria.

Vale mencionar brevemente que ao apresentar a sua contribuição (iNDC) no âmbito do Acordo de Paris o Brasil ainda não havia ratificado o Acordo. Ao fazê-lo, em setembro de 2016, o Congresso Nacional brasileiro incorpora ao ordenamento jurídico os termos do Acordo. Com isso as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais. Como consequência, a contribuição brasileira deixou de ser pretendida, perdendo a letra “i”, do inglês *intended*, e passou a ser apenas chamada de Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), forma que será adotada de agora em diante.

Considerados todos os compromissos já apresentados pelo governo brasileiro, o objetivo geral desta pesquisa foi conhecer a factibilidade dos compromissos de redução de emissões de GEE assumidos pelo Brasil para os anos de 2020, 2025 e 2030, ou seja, os compromissos oriundos da PNMC e das NAMAs e da NDC. Dessa forma, cada um dos três capítulos se debruça sobre um objetivo específico, respondendo a uma questão ou conjunto de questões independentes, mas relacionadas sob o abrigo da mesma pergunta central. Para isso, cada capítulo foi estruturado em formato de artigo, contendo introdução, métodos, resultados, discussão e conclusão. Ao final da dissertação, as conclusões foram reunidas e discutidas na seção de considerações finais.

O primeiro capítulo da presente dissertação de mestrado tem por objetivo apreciar o grau de implementação das metas setoriais e ações propostas na PNMC e nas NAMAs e avaliar se o Brasil está seguindo uma trajetória consistente com os compromissos de redução de emissão de GEEs assumidos para 2020. Adicionalmente, para facilitar a compreensão das diferenças entre compromissos assumidos no âmbito nacional e internacional; setoriais e agregados, será realizado um breve estudo comparativo dos dois instrumentos mencionados anteriormente. São apresentados nesse capítulo, os resultados dos levantamentos feitos da documentação histórica e técnica de referência sobre as metodologias de acompanhamento das metas assumidas.

O segundo capítulo tem por objetivo avaliar a factibilidade de alcance das metas agregadas de redução de emissões de GEE assumidos no âmbito do Acordo de Copenhague (pré-2020) e do Acordo de Paris (pós-2020). Foi realizada uma avaliação baseada em técnicas prospectivas, uma vez que os compromissos apresentados são para os anos de 2020, 2025 e 2030. Quanto a inclusão, repetida, do ano de 2020 nesse capítulo, é necessário reforçar que as análises propostas são diferentes. Enquanto no capítulo 1 foi realizado o acompanhamento de cada medida setorial de redução de emissões proposta no âmbito da PNMC e das NAMAs, no capítulo 2 foi conduzida a análise da meta agregada das emissões.

O terceiro e último capítulo é consequência direta dos resultados e conclusões do capítulo anterior. Percebeu-se a necessidade de explorar, em particular, um dos setores que compõem a matriz de emissões do Brasil dada sua relevância e representatividade no agregado das emissões nacionais, apresentando consequências diretas para o alcance dos compromissos brasileiros do pós-2020: o setor florestal. O objetivo, nesse caso, é realizar um exercício sobre o potencial de remoção de CO₂ por meio de uma atividade exclusiva a ele.

CAPÍTULO 1: SITUAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS COMPROMISSOS VOLUNTÁRIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE DO BRASIL

1. INTRODUÇÃO

O regime internacional sobre Mudança do Clima é um dos mais complexos e relevantes porque implica profundas inter-relações entre a economia e o ambiente global (VIOLA, 2002). Características presentes nesse regime, tais como o princípio das Responsabilidades Comuns Porém Diferenciadas, e os compromissos de cada Parte são consequência da uma construção histórica baseada na emergência da questão ambiental no cenário global como uma agenda relevante para o desenvolvimento das nações. Compreender a construção desse espaço é relevante para situar a origem dos compromissos assumidos pelo governo brasileiro no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O marco inicial que caracteriza esse processo histórico se inicia com a dinâmica de relações entre países durante o final da primeira metade do período da Guerra Fria. Naquela época de ambiente político-ideológico bipolar, o debate em fóruns internacionais dos temas que não fossem relacionados à segurança internacional ou à economia ficaram bastante restritos (LAGO, 2006).

Ademais, o modelo de desenvolvimento em vigor na época baseava-se em sistemas industriais muito poluentes, na intensa exploração de mão-de-obra barata e desqualificada, e em uma forte depleção dos recursos naturais, considerados, até então infinitos. Os processos produtivos logo tornaram-se mais complexos e interdependentes, a ponto de inviabilizar a atuação isolada de países para lidar com problemas ambientais que ultrapassavam o limite de suas fronteiras (VIOLA, 2002).

A força do movimento ecológico ganha proeminência durante a década de 1960, e advém, sobretudo, das consequências negativas da industrialização, tais como: poluição, deterioração da qualidade de vida das populações pelo uso de pesticidas e acidentes ecológicos de grandes proporções. Alguns desses casos tornaram-se emblemáticos, como a intoxicação por mercúrio de pescadores e suas famílias em Minamata, Japão, os danos causados por naufrágio de petroleiros, entre outros que passaram a afetar, especialmente, a população dos países industrializados (NASCIMENTO, 2012; BURSZTYN e BURSZTYN, 2006). Nessa linha, evidenciava-se, também, a lógica de expansão das atividades antrópicas e a consequente apropriação dos recursos naturais como causas dos problemas ambientais. Tal assertiva se sustenta no

fato de que os três primeiros quartos do século XX foram marcados essencialmente por um período de expansão: da população, da produção, dos mercados, do consumo de matérias primas, dos conflitos e dos conhecimentos.

Até a década de 1970 todos os Estados economicamente relevantes, agindo em interesse próprio, eram capazes de solucionar, seja pela conciliação, seja pela imposição, a maioria de suas disputas com outros Estados, sem prejuízo à sua soberania. A partir da década de 1980 ocorreu uma perda diferenciada de autonomia de quase todos eles (à exceção dos Estados Unidos) e uma necessidade cada vez maior de cooperação internacional, o que exige muita flexibilidade nas negociações (VIOLA, 2002).

Atendendo à recomendação do Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, as reivindicações dos movimentos ambientalistas liderados pelos países desenvolvidos e ainda, considerando os desastres ambientais de grandes proporções que vinham ocorrendo, em 1968, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas aprovou a convocação de uma conferência internacional para tratar do meio ambiente. Assim, em 1972, foi realizada a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente, cujo resultado culminou na aprovação de três importantes documentos: a Declaração de Estocolmo, o Plano de Ação para o Meio Ambiente e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (BRANCHER, 2012).

Segundo o diplomata brasileiro André Correia do Lago (2006) esse evento permitiu elevar o patamar de discussão dos temas ambientais a um nível antes reservado apenas a temas com longa tradição diplomática. Desse modo, a temática ambiental passou para um contexto mais abrangente, com importantes amplificações nas áreas políticas, econômica e social, e a forma de como o tema foi tratado, no âmbito multilateral, foi um dos fatores de sua evolução.

Nos 20 anos seguintes à Conferência de Estocolmo, concomitantemente à celebração dos primeiros acordos internacionais multilaterais de proteção ambiental e a intensa atuação de movimentos ambientalistas, a humanidade verificou o crescimento econômico dos países desenvolvidos, a emergência de alguns países em desenvolvimento, os avanços tecnológico e científico, mas igualmente presenciou miséria, desigualdades sociais, aumento da degradação dos recursos naturais e catástrofes ambientais sem precedentes (BRANCHER, 2012).

Em 1987 a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento publicou o Relatório Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório Brundtland, o qual identificou a poluição ambiental, a diminuição dos recursos naturais e problemas de natureza social como as principais questões ambientais a serem enfrentadas por todas as nações (CMMAD, 1987). Nesse relatório duas passagens merecem destaque por reforçar a necessidade de transição de um modelo tradicional de desenvolvimento econômico para um modelo que leve em conta a manutenção de um sistema ecológico equilibrado. Ou seja, diferentemente das abordagens sugeridas por ambientalistas que pregavam um crescimento zero, esse relatório sugeria a conciliação entre as dimensões ambiental, econômica e social.

Os governos e as instituições multilaterais tornam-se cada vez mais conscientes da impossibilidade de separar as questões relativas ao desenvolvimento econômico das questões relativas ao meio ambiente. Muitas formas de desenvolvimento desgastam os recursos ambientais nos quais se deviam fundamentar, e a deterioração do meio ambiente pode prejudicar o desenvolvimento econômico. (CMMAD, 1987, p. 3)

No intuito de discutir e propor meios de conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, a Comissão Brundtland, como ficou conhecida, trouxe no Relatório o conceito de desenvolvimento sustentável:

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (CMMAD, 1987, p. 43)

Do ponto de vista político, as conclusões do Relatório não poupavam os países desenvolvidos nem aqueles em desenvolvimento, mas ofereciam alternativas e apontavam caminhos viáveis que não excluía o desenvolvimento dos países mais pobres ao passo que questionava os padrões dos países mais ricos. Do ponto de vista temático, o Relatório trata das questões tradicionalmente associadas à pauta ambiental, tais como: depleção de recursos pesqueiros, desmatamento, perda de biodiversidade e recursos genéticos, segurança alimentar, produção de energia e poluição. A agenda sobre a mudança do clima aparece de modo tímido na forma de uma menção sobre causas e consequências do efeito estufa e uma passagem sobre os diferentes impactos decorrentes

de uma alteração climática em escala global a depender do grau de desenvolvimento dos países. Do ponto de vista do processo de emergência da questão ambiental em escala global o Relatório serviu de base conceitual para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, conhecida como Eco-92, Cúpula da Terra, ou Conferência do Rio.

A mudança do clima, por sua vez, começa a ser formalmente discutida a partir da 43ª Assembleia Geral da Nações Unidas, ocorrida em dezembro de 1988. No item 43/53 “*Protection of global climate for presente and future generations of mankind*”, parágrafo 5º é dada a orientação ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, na sigla em inglês) e à Organização Meteorológica Mundial para estabelecerem conjuntamente o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês) cujo objetivo seria coordenar internacionalmente avaliações científicas conjuntas sobre a magnitude, o impacto ambiental e socioeconômico da mudança do clima assim como estratégias de respostas realistas para o problema.

Desde 1990, com a publicação do Primeiro Relatório (AR1, na sigla em inglês) do IPCC, a comunidade científica internacional passou a debruçar-se sobre a relação entre a emissão de gases de efeito estufa (GEE) decorrente de atividades antrópicas e a desestabilização do clima global, assim como subsídios para a condução das negociações que estavam em curso. Essa emissão de origem antrópica, associada ao desenvolvimento de atividades econômicas, pode ser mais ou menos intensiva no consumo de carbono a depender do tipo de atividade realizada, assim como do nível de desenvolvimento tecnológico agregado ao processo produtivo (LAGO, 2006).

Nesse intervalo de vinte anos entre a Conferência de Estocolmo (1972) e a Conferência do Rio (1992) foi notável a internalização do debate sobre a questão ambiental nos níveis governamental, não-governamental, empresarial, acadêmico e científico (LAGO, 2006). Por afinidade ao tema aqui tratado faço menção, dentre os diversos objetivos e resultados da Conferência do Rio, àqueles que buscavam estabelecer acordos internacionais para tratar das ações antrópicas no meio ambiente. Nesse sentido foram assinadas três convenções internacionais: a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, na sigla em inglês), a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD, na sigla em Inglês), e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês).

A Convenção de Clima passou a refletir, em suas reuniões de negociação, as divergências entre os interesses do Norte e do Sul global, tomados de forma genérica como nações desenvolvidas e nações em desenvolvimento (LAGO, 2006). Tal divergência, no âmbito da Convenção, reside no fato de que os países do Norte, beneficiados economicamente por terem sido pioneiros no processo de revolução industrial, foram os que contribuíram em maior grau para o problema da mudança do clima devido ao aumento da concentração de GEE na atmosfera. Nesse sentido, refletiu-se no texto da Convenção o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, o que, em termos práticos, atribui maior grau de responsabilidade, engajamento e compromisso aos países desenvolvidos.

O Protocolo de Quioto, instrumento da Convenção assinado em 1997, e que entrou em vigor em 2005, fortaleceu ainda mais esse princípio, ao estabelecer metas quantificadas de redução de emissões de GEE para os países desenvolvidos e aqueles com economias em transição, chamados de anexo-I, e não fixá-las para os países em desenvolvimento, não anexo-I. Ainda, no âmbito do Protocolo de Quioto, vale mencionar a entrada em vigor de um de seus instrumentos de flexibilização, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), criado a partir de uma proposta brasileira para permitir a participação do setor privado no regime internacional de modo à promover o desenvolvimento sustentável por meio de economias de baixo carbono (MENDES, 2014; e LAGO, 2006). O Brasil, até aquele momento, não havia manifestado qualquer compromisso de redução de emissões de GEE.

Fica claro o grau de responsabilização atribuído aos países desenvolvidos dado que apenas a eles coube um compromisso quantificado de limitação e redução de emissões antrópicas de GEE em pelo menos 5% abaixo dos níveis de 1990, válido para 2008 a 2012, primeiro período de compromisso do Protocolo.

Tal responsabilização “exclusiva” começa a ser colocada em xeque durante as negociações para o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto. Esse processo de negociação ficou conhecido como Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Futuros das Partes Anexo I sob o Protocolo de Quioto (AWG-KP, na sigla em inglês) foi iniciado em 2005 por força de mandato previsto no próprio texto do Protocolo.

Os compromissos das Partes incluídas no Anexo I para os períodos subsequentes devem ser estabelecidos em emendas ao

Anexo B deste Protocolo, que devem ser adotadas em conformidade com as disposições do Artigo 21, parágrafo 7. A Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo deve dar início à consideração de tais compromissos pelo menos sete anos antes do término do primeiro período de compromisso (Protocolo de Quioto, 1997. Parágrafo 9º do artigo 3º).

Entretanto, segundo Mendes (2014) a implementação do processo de negociação do AWG-KP começou a esbarrar em empecilhos colocados pelos países desenvolvidos liderados pelo Grupo Umbrela (Austrália, Bielorrússia, Canadá, Islândia, Israel, Japão, Nova Zelândia, Cazaquistão, Noruega, Rússia, Ucrânia e Estados Unidos). Na perspectiva dos países desenvolvidos defendia-se a necessidade de atribuir ações objetivas de mitigação aos países em desenvolvimento como forma de destravar as negociações em torno do segundo período de compromisso do Protocolo. Em reação à proposta do Grupo Umbrela os países em desenvolvimento sinalizaram que ações de mitigação não poderiam ser realizadas sem que os países desenvolvidos cumprissem os compromissos assumidos no texto da Convenção: apoiar ações de enfrentamento à mudança do clima pelo repasse de recursos financeiros, transferência de tecnologia e capacitação técnica.

O autor relata que a partir dessa interação entre as Partes estruturou-se em 2008 o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ações Cooperativas de Longo Prazo (AWG-LCA, na sigla em inglês) que alcançou entendimento de que a intensificação de medidas de mitigação não implicaria que países em desenvolvimento assumissem metas de natureza jurídica equivalente às esperadas dos países desenvolvidos. Ou seja, a ampliação do esforço de mitigação deveria ser liderada pelos países desenvolvidos, com estabelecimento de metas de redução de emissões quantificadas e aplicáveis a todo o conjunto da economia. Aos países em desenvolvimento caberiam ações de mitigação a serem consideradas no contexto do desenvolvimento sustentável, elaboradas de modo nacionalmente apropriadas, consolidando o conceito de NAMAs (sigla em inglês para Ações de mitigação Nacionalmente Apropriadas), e enfatizando que estas não poderiam ser confundidas com o conceito de metas adotadas para os países desenvolvidos.

Segundo Americano (2010), existia consenso razoável sobre algumas das características de uma NAMA. Gerar benefício em termos de redução de emissões de

GEE, ser voluntária e escolhida pelo país em desenvolvimento. Por outro lado, pontos que suscitavam maiores dúvidas diziam respeito à natureza das ações domésticas, ao apoio financeiro, de tecnologia e capacitação e os procedimentos de Mensuração, Relato e Verificação (MRV), principalmente quando se tratava de ações que recebessem apoio externo. A mesma autora prossegue apresentando o interesse dos países em desenvolvimento em terem consideradas suas ações domésticas como NAMAs. Nesse sentido, é legítimo que um país em desenvolvimento queira apresentar essas ações, que representam um esforço de mitigação, como NAMAs, mas devendo submetê-las a algum nível de MRV para que sejam reconhecidas internacionalmente. No geral os países em desenvolvimento aceitam essa ideia de dar transparência a essas ações, mas não aceitam o mesmo nível de controle que seria exigido para as ações que recebem apoio externo, o que também parece razoável para todos. Definir os limites entre dar transparência e se submeter a regras restritas de prestação de contas, assim como a frequência com que se devem prestar essas contas, são temas sobre os quais ainda não existe consenso.

A definição apresentada anteriormente, muito embora válida, revela o alto grau de indefinição e contornos sobre o que seria uma NAMA. Ao mencionar que não existe consenso sobre a possibilidade de serem consideradas ações integralmente domésticas, fica impossibilitado descrever e categorizar o que poderia e o que não poderia ser uma NAMA. Como consequência, se não há consenso sobre uma definição restrita, não há possibilidade de haver consenso sobre aspectos que derivam dela, tais como financiamento, transferência de tecnologia e MRV.

De fato, existe pouca produção científica sobre definições e contornos do que seria uma NAMA. Tal fato guarda relação com os documentos orientadores produzidos a partir das negociações no âmbito da UNFCCC. Apenas a decisão 1.CP/16, da Conferência da Cancun realizada em 2010, oferece alguma informação sobre o tema em seu parágrafo 48, conforme transcrição a seguir.

48. Agrees that developing country Parties will take nationally appropriate mitigation actions in the context of sustainable development, supported and enabled by technology, financing and capacity-building, aimed at achieving a deviation in emissions relative to ‘business as usual’ emissions in 2020. (UNFCCC, Decision 1.CP/16, par 48).

O desfecho do processo de negociação em torno do escopo das NAMAs seguiu pelo caminho da não definição restrita de seu conceito, mas sim da liberdade e flexibilidade para que os países em desenvolvimento pudessem apresentar o que bem entenderem como NAMA, seja ela uma política, um plano, um programa, uma ação ou conjunto delas, . Tal fato pode ser comprovado pela leitura do item “c”, parágrafo 45, da Decisão 2. CP/17 da Conferência de Durban realizada em 2011.(c) The registry should be structured in a flexible manner that clearly reflects the full range of the diversity of nationally appropriate mitigation actions, and a range of types of support (UNFCCC, Decision 2.CP/17, par 45, item c).

Considerando a base teórica apresentada anteriormente sobre o conceito de NAMAs a seção metodológica irá apresentar o critério adotado como referência para o que foi considerado como a NAMA brasileira no âmbito desta pesquisa.

Como resultado do fechamento dos trabalhos do AWG-KP teve-se a continuidade do sistema jurídico internacional legalmente vinculante para países desenvolvidos que se comprometeram a ampliar a redução de emissões de GEE, representado pela Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto. Neste segundo período, de 2013 a 2020, os países desenvolvidos se comprometeram a reduzir as emissões de GEE em pelo menos 18% abaixo dos níveis de 1990, sendo que cada país negociou sua própria meta de redução de emissões em função da sua visão sobre a capacidade de atingi-la no período considerado (MENDES, 2014).

A título informacional, o resultado do fechamento dos trabalhos do AWG-LCA envolveu: visão comum de limitar o aumento da temperatura média global em 2°C; necessidade de implementação de uma nova estrutura de MRV distinta entre países em desenvolvimento (não-anexo I) e países desenvolvidos (anexo-I); estruturação do Fundo Verde para o Clima (GCF, na sigla em inglês); marco internacional para REDD+¹; entre outros.

¹ Em novembro de 2013, a 19ª Conferência das Partes (COP-19) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, realizada na Polônia, teve como um dos seus principais resultados o Marco de Varsóvia para REDD+. A sigla significa “Redução de Emissões Proveniente de Desmatamento e Degradação Florestal, considerando o papel da conservação de estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal”. O Marco criou uma arquitetura

Mendes (2014) relata que parte da comunidade brasileira que tratava do tema, motivada, em especial, pela data prevista de fechamento do AWG-LCA, 15^o Conferência das Partes sobre Mudança do Clima (COP-15) na Dinamarca em 2009, e por aquele ano ser pré-eleitoral no Brasil, fortaleceu a narrativa de que seria oportuno apresentar um compromisso nacional voluntário de emissões, permitindo ao Brasil liderar a Conferência de Copenhague.

Muito embora a composição de forças mencionadas anteriormente (Norte global e Sul global) tenha se alterado ao longo do tempo, culminando com a adoção do Acordo de Paris em 2015, arranjo de governança global mais recente em termos de enfrentamento da mudança do clima, este capítulo se restringe às metas setoriais de redução de emissões de GEE assumidos pelo governo brasileiro para o período em que vigora o Protocolo de Quioto, ou seja, para o período pré-2020.

Nesse contexto, o governo brasileiro preparou três instrumentos normativos que, tomados em conjunto, compõem seus compromissos voluntários em termos de redução de emissões de GEE: (i) o conjunto Lei n^o 12.187/2009 e Decreto n^o 7.390/2010² (constituem a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC) com efeitos no plano nacional; (ii) e as NAMAs com efeitos no plano internacional, mais especificamente, no âmbito da UNFCCC.

Embora existam diferenças quanto ao aspecto quantitativo das ações propostas como compromissos da PNMC e das NAMAs, ambas mantêm alinhamento temático uma vez que tratam de propostas de reduções de emissões de GEE obtidas por meio da implementação de políticas, medidas e ações em quatro setores ou categorias temáticas. No intuito de explicitar diferenças e semelhanças entre os dois, apresenta-se seu conteúdo ordenado tematicamente: (i) mudança do uso da terra e florestas; (ii) agropecuária; (iii) energia; e (iv) processos industriais, conforme Tabela 1.

internacional para prover incentivos financeiros a países em desenvolvimento que implementem políticas de REDD+. Por meio desse instrumento, países em desenvolvimento que tiverem seus resultados avaliados e aprovados serão elegíveis a receber pagamentos por resultados (MMA, 2014).

² Atualmente, o decreto mencionado foi revogado e substituído pelo Decreto n^o 9.578 de 22 de novembro de 2018. Tal fato ocorreu em virtude de interesse manifestado pela Casa Civil da Presidência da República em diminuir a quantidade de atos normativos existentes consolidando aqueles com afinidade temática. No caso em questão, além do Decreto de 2010 que regulamenta a PNMC foi revogado o Decreto n^o 7.343 de 26 de outubro de 2010 que regulamenta a Lei que institui o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.

Tabela 1: Comparativo entre as ações de mitigação propostas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima e pelas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas, organizadas por setores (em cores).

PNMC	NAMAs ³
P.1. Redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média de 1996 a 2005	N.1. Redução do desmatamento na Amazônia (amplitude de redução estimada: 564 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.2. Redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média de 1999 a 2008	N.2. Redução do desmatamento no Cerrado (amplitude de redução estimada: 104 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.3. Recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas	N.3. Restauração de pastagens (amplitude de redução estimada: 83 a 104 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.4. Ampliação do sistema lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares	N.4. Integração lavoura-pecuária (amplitude de redução estimada: 18 a 22 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.5. Expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares	N.5. Plantio direto (amplitude de redução estimada: 16 a 20 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.6. Expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo	N.6. Fixação biológica de N ₂ (amplitude de redução estimada: 16 a 20 10 ⁴ milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.7. Expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares	-
P.8. Ampliação do tratamento de 4,4 milhões de m ³ de dejetos de animais	-
P.9. Expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética	N.7. Eficiência energética (amplitude de redução estimada: 12 a 15 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
	N.8. Aumentar o uso de biocombustíveis (amplitude de redução estimada: 48 a 60 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
	N.9. Aumento no fornecimento de energia por usinas hidrelétricas (amplitude de redução estimada: 79 a 99 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
P.10. Incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização	N.10. Fontes alternativas de energia (amplitude de redução estimada: 26 a 33 milhões de tCO ₂ eq em 2020)
	N.11. Ferro e aço: substituir o carvão do desmatamento por carvão de florestas plantadas (Amplitude de redução estimada: 8 a 10 milhões de tCO ₂ eq em 2020)

Fonte: Elaboração própria a partir do Decreto n°7.390/2010 e da NAMA brasileira comunicada à UNFCCC.

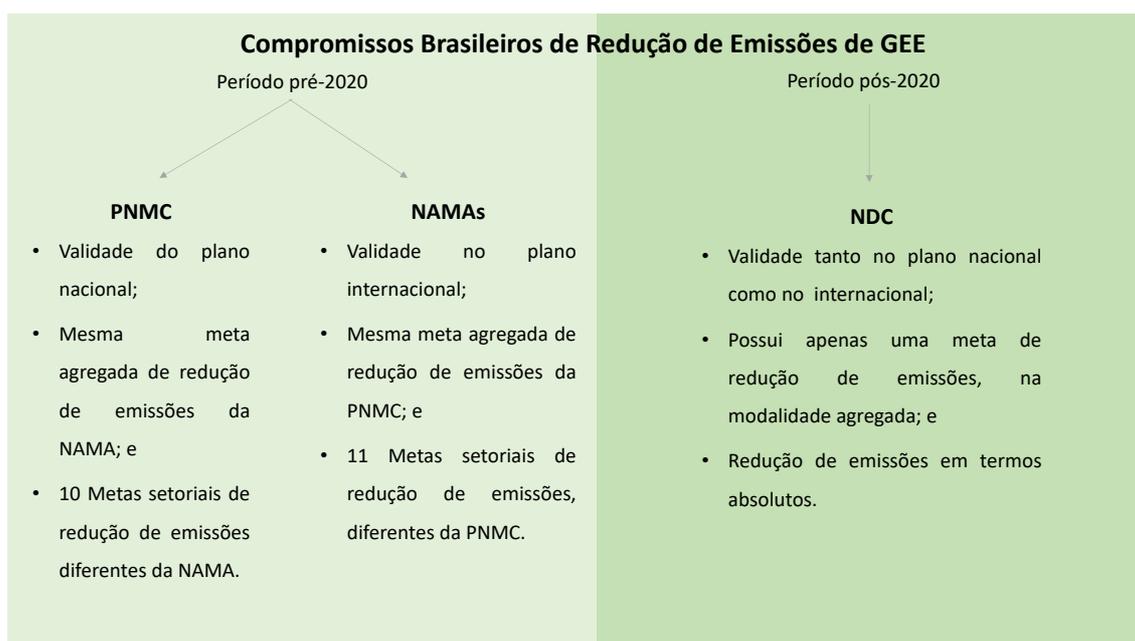
³ Para efeitos legais vale apenas o documento apresentado à UNFCCC originalmente escrito em inglês disponível em Anexo. Tradução própria para o português.

⁴ O documento original encaminhado à UNFCCC contém erro ao repetir a mesma amplitude de redução estimada do plantio direto para a fixação biológica de N₂. Tal erro fica evidente no 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), página 20.

Tomando os dois grupos mencionados, a PNMC com efeitos domésticos e a NAMA com efeitos no plano internacional, trata-se de dois universos paralelos que ora se tangenciam e ora se sobrepõem. Exemplo disso é que a NAMA brasileira apresentada à UNFCCC em janeiro de 2010 também indica em termos globais uma redução esperada de emissão de GEE entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas para 2020. Tal meta global é idêntica àquela contida da PNMC, publicada um mês antes, em dezembro de 2009. Entretanto, ao somar as contribuições setoriais das NAMAs os resultados não guardam coerência com a meta agregada. Esse ponto será abordado em maior profundidade no item sobre diagnóstico.

Para marcar essa pluralidade de possíveis interações e diferenciações entre os compromissos da PNMC e das NAMAs segue a Figura 2 que sintetiza e explicita as diferentes abordagens dos compromissos brasileiros.

Figura 2: Diferenciação dos Compromissos Brasileiros de Redução de Emissões de GEEs.



Fonte: Elaboração própria.

Ou seja, enquanto que no período pós-2020 o compromisso brasileiro de redução de emissões de GEE está restrito a um único documento, com uma única modalidade de meta, o pré-2020 é mais disperso ao estar vinculado a dois documentos diferentes, com validade em diferentes esferas, e com duas modalidades de meta, agregada e setorial.

Para dar cumprimento às metas setoriais apresentadas no âmbito do período pré-2020 é necessário introduzir mais um aspecto da implementação da agenda de mudança do clima no Brasil, os Planos Setoriais de Mitigação à Mudança do Clima.

Para o atendimento do compromisso nacional voluntário, o art. 11, parágrafo único da Lei nº 12.187/2009 e o art. 3º do Decreto nº 7.390/2010 preveem a elaboração de planos setoriais com a inclusão de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões e mecanismos para a verificação do seu cumprimento. Ou seja, os planos setoriais prestam-se a apoiar o cumprimento dos compromissos assumidos no plano interno, sendo o prazo para sua elaboração até junho de 2012. Foram elaborados os seguintes planos:

- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM;
- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado;
- Plano Decenal de Energia – PDE;
- Plano de Agricultura de Baixo Carbono – Plano ABC;
- Plano de redução de emissões da Siderurgia (apenas o sumário executivo foi elaborado).
- Plano Setorial de Mitigação da Mudança Climática para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação - Plano Indústria;
- Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono – PMBC;
- Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima – PSTM;
- Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima.

Mesmo com a existência de nove planos setoriais, apenas os cinco primeiros são diretamente acionados para implementação dos compromissos brasileiros. Eles estão agregados nos quatro setores mencionados anteriormente: (i) mudança do uso da terra e florestas; (ii) energia; (iii) agropecuária; e (iv) processos industriais.

Do ponto de vista das metas agregadas, é relevante reforçar que PNMC e NAMA, nas suas metas e ações, definem apenas o resultado de redução de emissão de GEE para o ano de 2020, ou seja, formalmente, não há previsão de acompanhamento intermediário ao longo da implementação das políticas e medidas que contribuem para a redução de emissões nos setores estudados. Tal opção pode ser percebida pelo texto original da NAMA comunicada à UNFCCC cujos trechos selecionados seguem abaixo (grifo pessoal).

- *Reduction in Amazon deforestation (range of estimated reduction: 564 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Reduction in “Cerrado” deforestation (range of estimated reduction: 104 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Restoration of grazing land (range of estimated reduction: 83 to 104 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Integrated crop-livestock system (range of estimated reduction: 18 to 22 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *No-till farming (range of estimated reduction: 16 to 20 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Biological N₂ fixation (range of estimated reduction: 16 to 20 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Energy efficiency (range of estimated reduction: 12 to 15 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Increase the use of biofuels (range of estimated reduction: 48 to 60 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Increase in energy supply by hydroelectric power plants (range of estimated reduction: 79 to 99 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Alternative energy sources (range of estimated reduction: 26 to 33 million tons of CO₂eq **in** 2020);*
- *Iron & steel: replace coal from deforestation with coal from planted forests (range of estimated reduction: 8 to 10 million tons of CO₂eq **in** 2020) (NAMA do Brasil, página 1).*

Por analogia, a opção adotada representa a comparação entre duas fotografias, uma registrada no ano de 2009, e outra no ano de 2020. Consequentemente, o resultado do acompanhamento, em termos quantitativos, proposta deste capítulo, deve ser interpretado com cautela, uma vez que ele não pode ser entendido através de uma trajetória linear entre 2009 e 2020.

A própria meta agregada para 2020, ao ser apresentada como NAMA gera confusão ao mencionar a apuração do resultado como um acúmulo anual até 2020, ao substituir a preposição “in” por “by” (grifo pessoal) sobre os compromissos do governo brasileiro.

- *It is anticipated that these actions will lead to an expected reduction of 36,1% to 38,9% regarding the projected emissions of Brazil by 2020. (NAMA do Brasil, página 2)*

Tal alteração de sentido pela troca da preposição se reflete na forma de acompanhamento dos resultados nos diferentes setores da Política. Por exemplo, em Mudança do Uso da Terra e Florestas o resultado alcançado é calculado para cada ano de implementação, ou seja, segue a lógica da preposição “in”, enquanto que em Agropecuária os resultados são apurados em termos de estoque acumulado, ou seja segue a lógica da preposição “by”.

Muito embora a comparação feita até o momento indique semelhanças temáticas e de convergência em relação à meta agregada de redução de emissões, diversos autores (VIOLA e FRANCHINI, 2018; ROELFSEMA *et al.*, 2014) apontam uma profunda diferença na projeção de emissões para 2020 entre PNMC e NAMA. No momento da submissão da NAMA brasileira à UNFCCC fica implícito pelo documento que a projeção de emissões para 2020 era de 2,704 bilhões de tCO₂eq. Um ano depois, no momento da regulamentação da PNMC, foi explicitamente indicada a projeção de 3,236 bilhões de tCO₂eq. Com essa revisão, os limites máximos e mínimos de emissões para 2020 foram aumentados. As diferenças mencionadas estão reunidas na Tabela 2.

Tabela 2: Limites de emissões do Brasil para 2020 e resultados mais atuais (em bilhões de toneladas de CO₂).

	Política Nacional Sobre Mudança do Clima		Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas	
<i>Projeção das emissões para 2020</i>	3,236		2,704	
<i>Meta agregada de redução das emissões</i>	36,1%	38,9%	36,1%	38,9%
<i>Emissões evitadas em 2020</i>	1,168	1,259	0,974	1,051
<i>Limites máximos e mínimos de emissões em 2020</i>	2,068	1,977	1,730	1,653
<i>Emissões líquidas em 2015</i>	1,368			
<i>Resultado mais atual em termos de redução de emissões</i>	57,7%		49,4%	

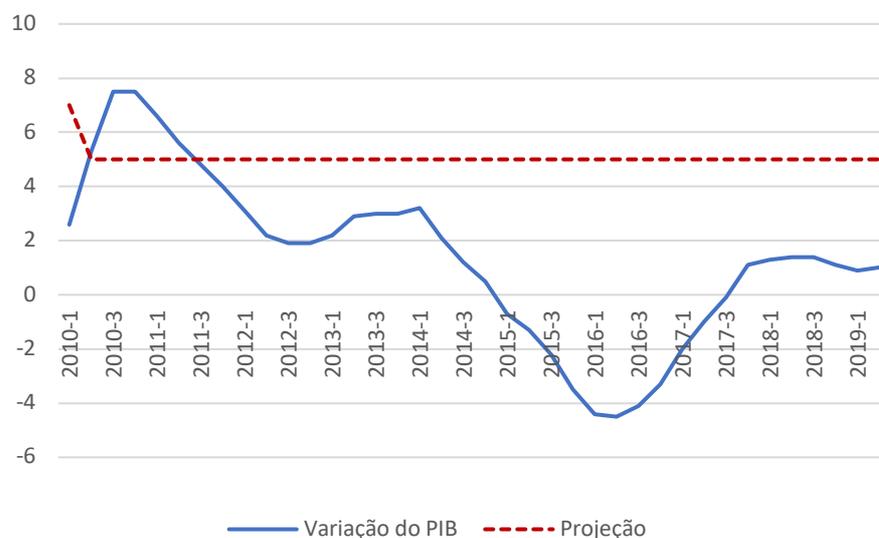
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Decreto n°7.930/2010, da 4° Estimativa Nacional de Emissões de GEE (MCTIC, 2017) e das NAMAs.

Nesse momento, guardadas as devidas proporções, vale mencionar fato histórico ocorrido durante a implementação do Protocolo de Quioto e de seus mecanismos de mercado de carbono, em que foram dados, às Partes, limites de emissões de GEE equivalente aos seus compromissos de redução de emissões para o período 2008 até 2012. Esse limite foi dividido em unidades que puderam ser negociadas entre as Partes. Rússia, Ucrânia e outros países que integravam a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas tiveram uma queda acentuada de suas emissões em decorrência do colapso de suas economias gerando uma quantidade enorme de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), mais conhecidas como créditos de carbono, para serem transacionadas, mas que não foram gerados a partir de atuação de políticas públicas para redução de emissões (SIMMONS & YOUNG, 2016).

Tal caso serve como analogia ao Brasil na medida em que é possível a interpretação de que a projeção para 2020, baseada num crescimento econômico muito superior ao real produziu uma projeção de emissões tão acima da realidade que, de certa maneira, facilitaria o alcance do compromisso agregado para 2020 por meio de ajustes contábeis em detrimento da implementação de políticas públicas.

Com exceção do setor Mudança do Uso da Terra e Florestas todos os demais setores emissores de GEE foram projetados tomando por base um PIB médio de 5% de crescimento ao ano entre 2010 e 2020, dado esse constante do Anexo do Decreto 7.390/2010, e do Plano Setorial de Energia. Tal projeção, tendo se materializada distante da realidade, abre oportunidade para interpretação de que as metas de redução de emissões tenham sido demasiadamente facilitadas considerando uma elevada expectativa de emissão para 2020 (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2019; SEEG, 2019; VIOLA e FRANCHINI, 2018). De forma ilustrativa segue Gráfico 1 com a comparação entre a estimativa do PIB, tomada como referência para a elaboração da Política Nacional sobre Mudança do Clima e o PIB real.

Gráfico 1: Produto Interno Bruto (PIB) projetado para fins de estimativa das emissões de GEE em 2020 e PIB real.



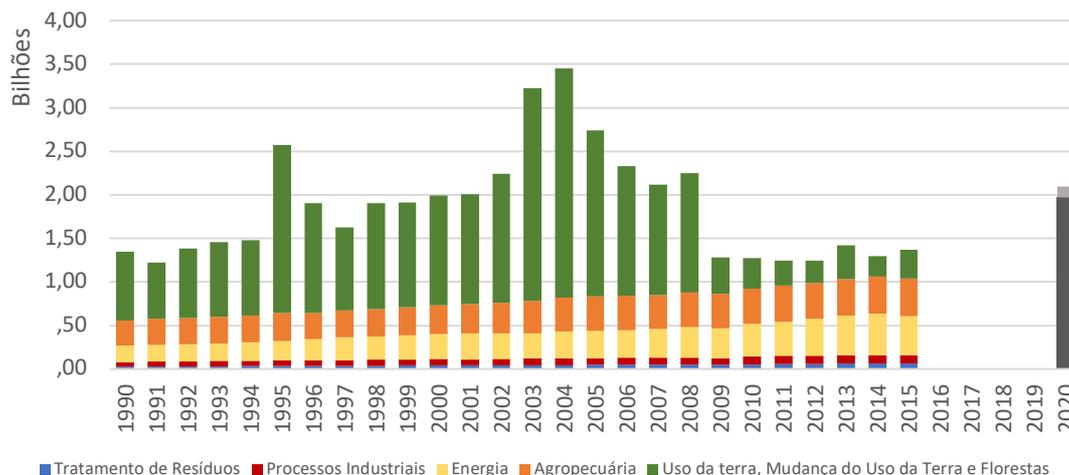
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Banco Central e Tolmasquim e Guerreiro (2010).

Pela análise da figura acima, percebe-se que a projeção estimada de PIB foi muito superior àquilo que de fato foi registrado. O entendimento de que a projeção de emissões para 2020 foi superestimada é reforçado por Viola e Franchini (2018), que apontam três evidências para tanto: (i) a linha de base utilizada como referência para o desmatamento na Amazônia foi considerada alta, quase 20.000km², não refletindo as circunstâncias do momento de escolha em que o desmatamento correspondia a 7.500km²; (ii) o valor utilizado para as modelagens levou em consideração um PIB de 5% ano, enquanto que a taxa anual registrou uma média de 3% entre 2000 e 2009, e 1,2% entre 2009 e 2016; e (iii) duas análises independentes realizadas pela *Global Climate Change Policy Tracker* e pelo *International Institute for Applied System Analysis* projetaram, respectivamente, emissões para 2020 equivalentes a 2,580 e 2,480 bilhões de toneladas de CO₂eq, enquanto que as emissões projetadas pelo governo brasileiro continham quase 1 bilhão de toneladas de CO₂eq a mais.

A lógica predominante de implementação e acompanhamento de resultados na agenda de mudança do clima no período pré-2020 é do tipo *business as usual*. Nela é tomado um ano ou média de anos como referência (*baseline*), e elaborada uma projeção para o nível de emissões, ou seja, sem alterações nas políticas e medidas que já vinham sendo implementadas. Dessa forma, cada setor a ser analisado definiu um ano, ou a média de um intervalo de anos, como referência para comparação da variável que explica a

emissão de gases de efeito estufa. Aliás, Teng e Xu (2012) reforçam que o governo brasileiro, ao apresentar suas projeções na lógica *business as usual*, não forneceram explicações adicionais nos documentos disponíveis para a construção do seu cenário, e consequentemente da meta agregada para 2020, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2: Emissões brasileiras de gases de efeito estufa (GEE) e meta para 2020 dada pela PNMC (em bilhões de tCO₂eq).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Decreto n°7.390/2010 e da 4ª Estimativa Anual de Emissões de GEE (MCTIC, 2017).

Considerando os dados oficiais mais recentes, em 2015 a redução de GEE chegou a 57,7%. Segundo as tendências que se apresentaram até o momento para a trajetória de emissões brasileiras, pode se dizer que, de maneira agregada, as emissões apresentaram uma forte queda de 2008 em diante e tem se mantido constante até 2015, insinuando a possibilidade de cumprir com seus compromissos em termos de mitigação de emissões para 2020. Vale ressaltar que, embora tenha deixado de ser o principal contribuinte no perfil de emissões brasileiro, o setor de mudança de uso da terra e florestas, que em termos líquidos, representou 24% das emissões brasileiras em 2015 (MCTIC, 2017), passa atualmente por uma reversão da curva de queda do desmatamento na Amazônia, e consequente aprofundamento do desmatamento ilegal chegando a atingir 10.129 km² no biênio 2018-2019, conforme dados do PRODES (2020). A depender da intensidade dessa reversão, o cumprimento da meta agregada para 2020 poderia estar ameaçado.

Duas recentes publicações trataram de avaliar a capacidade do governo brasileiro em cumprir com seus objetivos de redução de emissões de GEE para o ano de

2020. A primeira, elaborada pelo Observatório do Clima (2019) foca na meta agregada e no combate ao desmatamento na Amazônia fazendo uso de um sistema alternativo (não oficial⁵) para indicar que nos dois casos o Brasil não conseguirá cumprir com os limites estabelecidos de redução de emissões de GEE. No caso das metas de redução do desmatamento é feita referência aos recentes aumentos no número de alertas de desmatamento capturados pelo sistema DETER-B do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) para subsidiar o fortalecimento da tendência de aumento do desmatamento, de 2012 em diante, como base para o não alcance de compromissos brasileiros. A segunda publicação, produzida pelo IPEA (2019) conduz uma análise extensa e pormenorizada de cada meta, menos para o setor de siderurgia à partir de carvão vegetal. Nela, o referido Instituto de Pesquisa se contrapõe ao Observatório do Clima por entender que a meta agregada para 2020 será alcançada sem maiores dificuldades.

Para avaliar o grau de implementação das ações previstas na PNMC e nas NAMAs, é necessário que o Brasil desenvolva mecanismos para o monitoramento da execução dessas ações e das reduções de emissões delas decorrentes, inclusive para dar cumprimento ao disposto no artigo 10 do Decreto nº 7.390/2010, em que as ações dos planos setoriais devem ser formuladas incluindo metodologias e mecanismos apropriados para aferir o cumprimento destas MOTTA (2012). Tendo em vista os compromissos voluntários de redução de emissões assumidas pelo País junto à UNFCCC, é essencial que os mecanismos de monitoramento sejam capazes de demonstrar e comprovar o alcance desses compromissos. Segundo Speranza *et al.* (2017), o MMA elaborou documento com a concepção de um sistema de monitoramento chamado SMMARE (Sistema Modular de Monitoramento e Acompanhamento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa). Entretanto, até o momento o sistema de monitoramento não foi implementado tendo como justificativa a necessidade de revisá-lo para atender aos compromissos e necessidades da NDC brasileira. Ou seja, o Brasil não possui mecanismo, ou sistema de monitoramento agregado da implementação das políticas, medidas e ações

⁵ Trata-se do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Iniciativa do [Observatório do Clima](#) que compreende a produção de estimativas anuais das emissões de GEE no Brasil, documentos analíticos sobre a evolução das emissões e um portal na internet para disponibilização de forma simples e clara dos métodos e dados do sistema. A metodologia do SEEG foi publicada na Revista Nature, disponível em <https://www.nature.com/articles/sdata201845>.

consideradas no quadro 1. Seu monitoramento se dá de forma pontual, elaborados por cada ministério setorial, com metodologias de cálculo dispersas e por vezes pouco claras.

Tendo em vista que as metas voluntárias de redução de emissão assumidas pelo País no âmbito do Acordo de Copenhague deverão passar pelo processo de Consulta e Análise Internacional (ICA, na sigla em inglês), é necessária a definição de informações metodológicas e premissas que expliquem os resultados de redução de emissões pretendidos, conforme texto da Decisão 2/CP.17.

12. For each mitigation action or groups of mitigation actions including, as appropriate, those listed in document FCCC/AWGLCA/2011/INF.1, developing country Parties shall provide the following information to the extent possible:

(...)

(b) Information on methodologies and assumptions;

(...)

(Decisão 2/CP.17, anexo 3, parágrafo 12, página 41.)

Nesse sentido, ao final do período estabelecido para reporte do compromisso, será necessário que o Brasil tenha desenvolvido estratégias de monitoramento, garantindo que as reduções previstas nos Planos Setoriais sejam passíveis de contabilização e comprovação. Para isso, a estratégia de monitoramento deve conter descrição de como as reduções serão mensuradas e contabilizadas pelo País, levando em consideração a qualidade e o controle da estrutura operacional e administrativa encarregada do monitoramento, de forma a assegurar a integridade das reduções e a possibilidade de uma futura verificação internacional.

O documento de partida para iniciar o levantamento das informações necessárias sobre o grau de implementação das ações da PNMC e das NAMAs será o *Brazil's Third Biennial Update Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, conhecido como Relatório de Atualização Bienal (BUR, na sigla em inglês). O referido Relatório apresentado pelo governo brasileiro traz uma abordagem qualitativa e quantitativa no seu monitoramento, sem, necessariamente, demonstrar a aferição direta sobre a implementação de cada ação. Por esse motivo, serão considerados outros documentos capazes de complementar a análise.

A título de esclarecimento, de acordo com a decisão 1/CP.16 adotada ao final de 2010 como resultado da COP16 realizada em Cancun, México, os BURs são relatórios de periodicidade bienal submetidos pelas Partes não Anexo I da Convenção e que devem conter atualizações dos Inventários Nacionais de Emissões de GEE, assim como informações sobre a implementação das NAMAs, necessidade de apoio e apoio recebido. Este relatório tem por objetivo demonstrar o esforço das Partes no cumprimento dos objetivos da Convenção.

Atualmente o Brasil encontra-se na terceira versão desse relatório, encaminhado ao Secretariado da UNFCCC em 2 de março de 2019. A partir de consulta inicial a este documento, o qual remete a diversas outras bases de dados oficiais, foi considerada, dentro da temporalidade possível, a possibilidade de levantamentos adicionais em relação ao BUR 3, uma vez que este trabalha com defasagem que varia em torno de três anos.

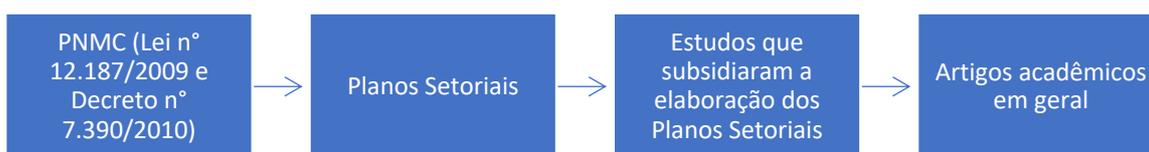
Nesse sentido, o principal objetivo deste capítulo foi elucidar e propor uma reconstituição do método de aferição dos compromissos setoriais assumidos, tanto para a PNMC quanto para as NAMAs, a partir dos documentos técnicos históricos que contextualizam o momento do planejamento do compromisso brasileiro para 2020, permitindo inferir o grau de implementação da agenda sobre mudança do clima em termos de redução de emissões de GEE. Para tanto foi feito uso de orientações metodológicas contidas no Decreto nº 7.390/2010 e nos Planos Setoriais, uma vez que as NAMAs não apresentam qualquer memória de cálculo que permita inferir sua elaboração.

2. METODOLOGIA

Para avaliar a implementação dos compromissos setoriais brasileiros seria necessário o desenvolvimento de mecanismos para o monitoramento da execução das ações e das reduções de emissões decorrentes. Igualmente, é essencial que os mecanismos de monitoramento sejam capazes de efetivamente comprovar o cumprimento desses compromissos. Dessa forma, a estratégia de monitoramento deve conter descrição de como as reduções serão periodicamente mensuradas e contabilizadas.

Quanto à memória de cálculo para aferição das metas, salvo raras exceções, ela não está explicitamente apresentada nos documentos que as instituíram, o que prejudica enormemente a aferição das metas. Percorrendo em ordem, do documento mais central para os documentos mais periféricos, buscou-se encontrar memórias de cálculo já estabelecidas para aferir o cumprimento das metas, conforme Figura 3.

Figura 3: Ordem de busca das memórias de cálculo.



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à definição do escopo sobre NAMA, cuja discussão teórica foi apresentada na seção anterior, optou-se por considerar cada um dos 11 compromissos setoriais e a meta agregada como NAMAs brasileiras, muito embora tenha sido comunicado apenas um “documento” à UNFCCC, disponível no anexo 1. Assim, por convenção, quando esta pesquisa tratar do cumprimento das NAMAs brasileiras é necessário ter em mente que se trata de um conjunto de compromissos alisados individualmente, sendo 11 setoriais e 1 agregado.

De igual maneira, ao tratar do alcance das metas da PNMC, devem ser considerados individualmente os 10 compromissos setoriais e seu compromisso agregado. Não serão analisados os compromissos apresentados nos instrumentos decorrentes da Política, tais como os Planos Setoriais.

Finalmente, a pesquisa realizada encontra limites relacionados à comparabilidade das diferentes ações setoriais. Cada ação faz uso de diferentes instrumentos de políticas públicas aplicadas em diferentes setores da economia, e portanto, não há que se falar em ações ou setores mais bem implementados. O objetivo é

avaliar a existência de memórias de cálculos, consistência das bases de dados e aplicabilidade das memórias de cálculo.

Após a construção metodológica de suporte para avaliação de cada meta segue, ao final desta seção, um quadro-resumo contendo a sistematização das memórias de cálculo utilizadas e as fontes que as embasaram.

2.1. Mudança do Uso da Terra e Florestas

Tanto para o Bioma Amazônia como para o Bioma Cerrado, a PNMC exige o alcance de uma redução percentual das taxas de desmatamento. Já as NAMAs, conforme visto anteriormente, propõem uma abordagem absoluta de redução estimada de CO₂. Nesse caso, o Decreto n° 7.390/2010, possui memória de cálculo suficiente e clara para os valores de referência que serão utilizados, assim como a conversão entre área (km²) e massa (tCO₂eq).

O procedimento adotado será o mesmo utilizado pelo extinto Comitê Técnico do Fundo Amazônia ao preparar os níveis de referência florestais para a Amazônia para fins de potencial teórico de captação de resultados de Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, conservação dos estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento dos estoques de carbono florestal (REDD+). Trata-se do mesmo método estabelecido pelo Decreto n° 7.390/2010.

Ainda, segundo o mesmo Decreto, em 2020 a projeção da taxa de desmatamento (medida em km²) equivalerá à média das taxas anuais verificada nos biomas em períodos pré-definidos, aferidos pelo Projeto PRODES, para o caso da Amazônia Legal, e pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS) executado pela FUNCATE – Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologia Espacial, e Ibama, para o caso do Bioma Cerrado.

Para medir o grau de implementação na PNMC basta dividir a taxa de desmatamento anual produzida pelo INPE pela média determinada pelo Decreto n° 7.390/2010 para o ano de 2020 e transformá-la em percentagem.

$$RD\% = \frac{TDP2020 - TAD}{TDP 2020} \times 100$$

Em que, RD%: Redução do Desmatamento em termos percentuais; TAD: Taxa anual de desmatamento; TDP: Taxa de desmatamento projetado para 2020.

A conversão entre área (km²) e massa (tCO₂eq), necessária para aferição da meta comunicada como NAMA à UNFCCC, é resultado da multiplicação, em etapas sucessivas, da taxa anual de desmatamento, em hectares, pelo valor médio do carbono na biomassa total florestal afetada pelo desmatamento, por unidade de área, informado no Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não-Controlados pelo Protocolo de Montreal (Segundo Inventário) entre os anos de 1994 e 2005 (132,3 tC/ha). Esse valor é finalmente multiplicado pelo fator de equivalência entre Carbono e Dióxido de Carbono (44/12), fornecendo a estimativa da emissão de CO₂ por desmatamento na Amazônia Legal.

$$RDEm = (TDP2020 - TAD)(ha) \times TCB \left(\frac{tC}{ha} \right) \times FCEm (tCO_2e)$$

Em que, RDEm: Redução do Desmatamento em Emissões; TAD Taxa anual de desmatamento; TCB = Teor de carbono na biomassa; e FCEm = Fator de conversão para emissões.

Finalmente, a divisão do valor de emissão evitada do desmatamento em tCO₂eq pela redução estimada pretendida para 2020, transformado em porcentagem permite avaliar o grau de implementação da NAMA para o caso específico.

$$RDEm = \frac{EmED}{RED\ 2020} \times 100$$

Em que, RDEm: Redução do Desmatamento em Emissões; EmED: Emissão, evitada do desmatamento; RED2020: Redução estimada do desmatamento para 2020;

2.2. Energia

Diferentemente do caso encontrado no setor de mudança do uso da terra e florestas, o método de quantificação, sua memória de cálculo, os fatores de conversão, e as bases de dados não provêm do Decreto n° 7.390/2010, mas sim de uma Nota Técnica

elaborada por Tolmasquim e Guerreiro (2010)⁶ de forma a embasar, no que tange ao consumo e à produção de energia, a proposta brasileira de redução voluntária das emissões antrópicas de GEE até 2020. Nela são comparados um cenário de referência, *business as usual* (BAU), em que nenhuma política e medida que atue em favor da redução de emissões é colocada prática; e o cenário do Plano de Decenal de Energia (PDE) 2020, que representaria o cenário com entrada em vigor de políticas e medidas que buscam promover baixas emissões de carbono.

Como a PNMC não estabelece metas quantitativas para o setor de energia cabe demonstrar apenas o método de cálculo para as NAMAs já apresentadas na Tabela 1. Os dados necessários de produção, consumo e geração de energia serão retirados do Balanço Energético Nacional (BEN) 2019, ano base 2018. Por sua vez, os fatores de conversão energética, e de emissões serão fornecidos pelo Plano Decenal de Energia (PDE) 2020. Todos são documentos elaborados pela Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), unidade vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Para avaliar o efeito de medidas mitigadoras consideradas pelo cenário do PDE 2020 é necessário estabelecer um método e um ano de referência. Conforme Tolmasquim e Guerreiro (2010) a situação adotada para efeitos de cálculo foi aquela existente no ano de 2009. A escolha desse ano teve como referência o anúncio das metas voluntárias de redução de emissões de GEE, ou seja, a entrada em vigor da Lei nº 12.187/2009, que instituiu a PNMC.

2.2.1 Ampliação de biocombustíveis

Para a aferição da ação de aumento de biocombustíveis na matriz energética brasileira Tolmasquim e Guerreiro (2010, página 15) informam que a expansão e inserção de etanol em substituição ao consumo de gasolina automotiva, e biodiesel em substituição ao diesel mineral evitariam emissões das respectivas fontes não renováveis. O somatório das emissões evitadas pelo aumento da participação de biocombustíveis na matriz corresponde à estimativa de redução de emissões das NAMAs. Tal método reflete uma lógica de desvio de curva de tendência, em que, da projeção de consumo de gasolina automotiva e diesel mineral para 2020 é subtraída a quantidade efetivamente consumida.

⁶ Disponível em https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/nota_tecnica_sumarioexecutivo_pla_nosetorial_energia_141.pdf

O resultado passa por duas conversões, uma de litros para tonelada equivalente de petróleo (tep), e posteriormente para tCO₂eq.

$$EEB = (CP2020 - CCGA) \times FCEn \times FCEm$$

Em que EEB: Emissões evitadas por biocombustíveis; CP2020: Consumo projetado para 2020; CCGA = Consumo corrente de gasolina automotiva; FCEn: Fator de conversão energético; e FCEm: Fator de conversão para emissões.

2.2.2. Expansão da fonte hidrelétrica

Em face do vasto potencial hidrelétrico de que dispõe, o Brasil tem, tradicionalmente, privilegiado a expansão da oferta de eletricidade pela fonte hídrica. Contudo, dificuldades têm sido enfrentadas nos últimos anos para expandir essa fonte ocasionando perda gradativa de participação na oferta de energia elétrica. Mudar essa tendência oferecendo condições diferenciadas de financiamento faz parte do esforço das medidas de mitigação de emissões do setor energia (TOLMASQUIM e GUERREIRO, 2010).

Os referidos autores sugerem (página 16) aplicar o mesmo modelo conceitual com o qual foram avaliadas as emissões evitadas pela penetração de biocombustíveis. Congela-se a geração hidráulica no ano 2009 (adotado como referência), e calcula-se as emissões evitadas pela expansão da geração por fonte hídrica. Essa diferença representa a quantidade de energia que teria sido emitida por térmicas a gás. Posteriormente, são aplicados fatores de conversão de geração em TWh para TCO₂eq para inferir quanto de emissão foi evitada pela expansão das hidrelétricas.

$$EEEH = (GHC - GFH2009) \times FCEn \times FCEm$$

Em que EEEH: Emissão evitada pela expansão de hidrelétricas; GHC: Geração hidrelétrica corrente; GFH2009: Geração pela fonte hidrelétrica em 2009; FCEn: Fator de conversão energético; e FCEm: Fator de conversão para emissões.

2.2.3. Ampliação das fontes alternativas

Além de uma relevante expansão hidroelétrica, Tolmasquim e Guerreiro (2010, página 17) indicam uma significativa expansão de outras fontes renováveis na matriz energética brasileira, tais como: centrais eólicas, centrais a biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Deve ser aplicado o mesmo modelo conceitual com o qual foram avaliadas as emissões evitadas pela expansão da fonte hidrelétrica. Congela-se a geração por fontes alternativas de 2009 (ano de referência), calcula-se as emissões

evitadas por toda a expansão de fontes alternativas do ano corrente. Essa diferença representa a quantidade de energia que teria sido gerada por térmicas a gás. Posteriormente, são aplicados fatores de conversão de TWh para tCO₂eq para inferir quanto de emissão foi evitada pela expansão das fontes alternativas.

$$EEFA = (GFAC - GFA2009) \times FCE_n \times FCE_m$$

Em que: EEFA = Emissão evitada por fontes alternativas; GFAC = Geração por fontes alternativas do ano corrente; GFA2009: Geração por fontes alternativas em 2009 (linha de base); FCE_n: Fator de conversão energético; e FCE_m = Fator de conversão para emissões.

2.2.3. Eficiência energética

Trata-se de estimativa mais complexa em razão da natureza difusa do ganho de eficiência energética sob os diversos agentes de consumo. Para efeito de avaliação dessa medida, Tolmasquim e Guerreiro (2010, página 19) indicam como hipótese básica adotada que os resultados agregados de eficiência energética refletem a evolução do índice de rendimento do uso da energia, avaliado periodicamente pelo Balanço de Energia Útil (BEU). Assim, os ganhos de eficiência energética no uso final da energia (eletricidade e combustíveis), base de cálculo da contribuição dessa ação para mitigação de emissões de GEE, consideraram a evolução dos rendimentos energéticos.

Em linhas gerais, assumiu-se que os rendimentos energéticos indicados no BEU (2004), atualizado para 2009 (ano base do setor de energia), fossem mantidos constantes até 2020. A diferença entre a demanda assim calculada e a demanda projetada para 2020 seria a parcela retirada do consumo que poderia ser atribuída às medidas de eficiência energética. Novamente, admite-se que na ausência de melhoria do rendimento energético o aumento do consumo seria suprido pela fonte térmica a gás.

2.3. Agropecuária

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado de Plano ABC instrumentaliza a implementação dos compromissos brasileiros de redução de emissões apresentados na PNMC e nas NAMAs por meio de apoio e incentivos para adoção de sistemas sustentáveis de produção. Nele são definidos

seis processos tecnológicos com diversas ações prevista para cada tecnologia do Plano até o final de 2020.

O acompanhamento da implementação das metas e ações da PNMC e NAMAs para este setor são continuamente reportadas pela Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Plataforma ABC). Em reunião ocorrida em 18 de outubro de 2018 o Comitê Diretor da Plataforma ABC se reuniu e apresentou, em Nota Técnica⁷, os dados mais recentes sobre a adoção das tecnologias abordadas no Plano ABC. O monitoramento das ações para o setor agropecuária são mapeados a partir dos financiamentos concedidos aos produtores rurais pela linha de crédito do Plano ABC.

Considerando que: (i) o monitoramento da implementação das metas do setor agropecuário é realizado rotineiramente de modo oficial pelo Comitê da Plataforma ABC; (ii) por tratar-se de trabalho amplo que exige grande mobilização e sistematização de dados de instituições como BACEN e IBGE dentre outros; e (iii) o uso de técnicas de sensoriamento remoto faz parte dos métodos adotados para produção dos dados de acompanhamento da adoção das Tecnologias do ABC, serão utilizados os dados oficiais produzidos sem necessidade de manuseio dos mesmos.

2.3.1 Recuperação de Pastagens Degradadas

Segundo o Plano ABC (2011, página 36), o monitoramento da redução de emissões de GEE em áreas sob recuperação de pastagens degradadas é feito com base em imagens de satélite, e complementadas por levantamento e determinação do estoque de carbono nos solos em regiões preestabelecidas, a partir das quais é estimada a capacidade de suporte de pastagens. Consequentemente é estimada a redução de emissões decorrente de uma menor área de pastagens degradadas. Em complementação, o Plano ABC indica que é feita aferição *in loco*, mediante visitas periódicas em amostra das propriedades, visando validar as estimativas feitas com base nas imagens de satélite. Esse levantamento complementar deve ser feito pela rede de pontos de monitoramento da Embrapa, em parceria com órgãos estaduais de pesquisa agropecuária.

⁷ Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros/arquivos/ResumodaadoemitigaodegasesdeefeitosestufapelastecnologiasdoPlanoABCPerodo2010a2018nov.pdf>.

2.3.2 Integração Lavoura, Pecuária, Floresta (iLPF)

O Plano ABC (2011, página 37) informa que a implementação dessa tecnologia ação é monitorada por satélite, o que requer que as áreas sejam georreferenciadas. A partir das imagens, é possível estimar o acréscimo, ao longo do tempo, das quantidades de carbono retidas na biomassa e no solo. Em complementação, ocorre a aferição *in loco*, mediante visitas periódicas em amostra das propriedades, visando validar as estimativas feitas com base nas imagens de satélite. Esse levantamento complementar também é feito pela rede de pontos de monitoramento da Embrapa, em parceria com órgãos estaduais de pesquisa agropecuária.

2.3.3 Sistema Plantio Direto (SPD)

O Plano ABC (2011, página 37) informa que o cálculo da redução de emissões pode ser feito a partir de informações diretas ou indiretas, sobre a área com Sistema de Plantio Direto. No caso de informações diretas, estas são obtidas a partir do cadastramento das propriedades e do georreferenciamento das áreas de cultivo com registro, a cada safra, sob SPD. Para as informações indiretas, são levantados dados junto ao Banco Central (Bacen) sobre o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e do Registro Comum das Operações de Crédito (Recor), Conab, IBGE e outros (levantamentos sistemáticos de safra).

2.3.4 Fixação Biológica de Nitrogênio

O Plano ABC (2011, página 38) informa que para o cálculo da redução de emissões, são utilizados dados da quantidade de inoculantes comercializada por ano agrícola, mediante informação obtida das empresas do setor. O cálculo considera, também, as reduções decorrentes de mudanças no uso do solo, com implantação de culturas que utilizem a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Caso seja necessário, são empregadas outras informações sobre o uso de inoculantes como: dados do Proagro (Bacen); dados do crédito rural de custeio (Bacen); e levantamentos sistemáticos de safra da Conab, além de dados do IBGE e outras instituições.

2.3.5 Florestas Plantadas

O Plano ABC (2011, página 38) informa que esta ação é monitorada por satélite, o que requer que as áreas sejam georreferenciadas. A partir das imagens estima-se o acréscimo, ao longo do tempo, das quantidades de carbono retidas na biomassa e no solo. Em complementação, é realizada aferição *in loco*, mediante visitas periódicas em

amostra das propriedades, visando validar as estimativas feitas com base nas imagens de satélite. Esse levantamento complementar deverá ser feito pela rede de pontos de monitoramento da Embrapa, em parceria com órgãos estaduais de pesquisa agropecuária. Caso seja necessário, são utilizadas outras informações sobre o plantio de florestas: dados do crédito rural de custeio (pelo BACEN), e levantamentos sistemáticos de safra (pelo IBGE), além de outros.

2.3.6 Tratamento de Dejeito de Animais

O Plano ABC (2011, página 38) informa que o monitoramento do manejo de dejetos é apoiado por ferramentas de georreferenciamento, cadastramento das unidades de tratamento de dejetos e registro da geração de biogás pelo processo de biodigestão ou da quantidade de composto orgânico gerado pelo processo de compostagem.

2.4 Indústria Siderúrgica

No setor da indústria de siderurgia, tanto as ações da PNMC quanto das NAMAs focam na ampliação da produção de ferro-ligas e aço a partir do carvão vegetal oriundo de florestas plantadas, portanto, proveniente de fonte renovável.

A NAMA comunicada à UNFCCC não apresenta qualquer memória de cálculo sobre a estimativa de redução de emissões pretendida, tampouco sobre a forma de aferição de sua implementação. Documentos nacionais que subsidiam essa questão, como o Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia⁸ também não apresentam memória de cálculo, embora indiquem que o acervo de metodologias aprovadas de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), abrangendo desde o plantio de florestas energéticas para a siderurgia até a eliminação do metano no processo de carbonização, permitirá a realização das reduções de emissões de maneira a atender os critérios de mensurabilidade, relato e verificabilidade. As metodologias mencionadas no referido documento são estão disponibilizadas na Tabela 3.

Tabela 3: Metodologias Indicadas para Monitoramento dos Resultados de Redução de Emissões.

Referência	Título da metodologia
AR-AM0005	Atividades de projeto de florestamento e reflorestamento implementadas para uso industrial e/ou comercial.

⁸ De fato, trata-se apenas do Sumário Executivo, o referido Plano Setorial não chegou a ser elaborado. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/arquivos/plano_setorial_siderurgia_sumrio_executivo_04_11_10_141.pdf

AM0082	Uso do carvão vegetal de biomassa renovável plantada no processo de redução do minério de ferro mediante o estabelecimento de novo sistema de redução do minério de ferro.
AM0041	Mitigação das emissões de metano na atividade de carbonização da madeira para produção de carvão vegetal.

Fonte: Sumário Executivo do Plano Setorial de Siderurgia.

O Plano mencionado anteriormente tem dois pilares fundamentais de implementação de atividades: expansão do estoque de florestas plantadas e melhoria da eficiência e da qualidade ambiental do processo de carbonização, diminuindo a pressão sobre matéria prima para produção do carvão.

Para finalizar a seção metodológica segue a Tabela 4 que sistematiza as metas a serem calculadas, as fórmulas utilizadas para aferir sua implementação e as fontes que embasaram a definição das memórias de cálculo.

Quadro 1: Quadro-resumo das memórias de cálculo.

Área Temática	Meta	PNMC ou NAMA?	Fórmula	Fonte
Mudança do Uso da Terra e Florestas	P.1. Redução de 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média de 1996 a 2005	PNMC	$RD\% = \frac{TDP2020 - TAD}{TDP 2020} \times 100$	PRODES + PMDBBS
	P.2. Redução de 40% dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média de 1999 a 2008	PNMC		
	N.1. Redução do desmatamento na Amazônia (amplitude de redução estimada: 564 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	$RDEm = (TDP2020 - TAD)(ha) \times TCB \left(\frac{tC}{ha}\right) \times FCEm (tCO_2e)$	Comitê Técnico do Fundo Amazônia
	N.2. Redução do desmatamento no Cerrado (amplitude de redução estimada: 104 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs		
Agropecuária	P.3. Recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas	PNMC	Nota Técnica do Ministério da Agricultura	Plataforma ABC
	P.4. Ampliação do sistema lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares	PNMC		
	P.5. Expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares	PNMC		
	P.6. Expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo	PNMC		
	P.7. Expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares	PNMC		
	P.8. Ampliação do tratamento de 4,4 milhões de m ³ de dejetos de animais	PNMC		
	N.3. Restauração de pastagens (amplitude de redução estimada: 83 a 104 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs		
	N.4. Integração lavoura-pecuária (amplitude de redução estimada: 18 a 22 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs		
	N.5. Plantio direto (amplitude de redução estimada: 16 a 20 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs		
	N.6. Fixação biológica de N ₂ (amplitude de redução estimada: 16 a 20 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs		

Energia	P.9. Expansão da oferta hidroelétrica, da oferta de fontes alternativas renováveis, notadamente centrais eólicas, pequenas centrais hidroelétricas e bioeletricidade, da oferta de biocombustíveis, e incremento da eficiência energética	PNMC	Não se aplica uma vez que a meta é qualitativa	Não se aplica
	N.7. Eficiência energética (amplitude de redução estimada: 12 a 15 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	Balço de Energia Útil	Tolmasquim e Guerreiro (2010)
	N.8. Aumentar o uso de biocombustíveis (amplitude de redução estimada: 48 a 60 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	$EEB = (CP2020 - CCGA) \times FCE_n \times FCE_m$	
	N.9. Aumento no fornecimento de energia por usinas hidrelétricas (amplitude de redução estimada: 79 a 99 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	$EEEH = (GHC - GFH2009) \times FCE_n \times FCE_m$	
N.10. Fontes alternativas de energia (amplitude de redução estimada: 26 a 33 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	$EEFA = (GFAC - GFA2009) \times FCE_n \times FCE_m$		
Siderurgia	P.10. Incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização	PNMC	Não se aplica uma vez que a meta é qualitativa	Não se aplica
	N.11. Ferro e aço: substituir o carvão do desmatamento por carvão de florestas plantadas (Amplitude de redução estimada: 8 a 10 milhões de tCO ₂ eq em 2020)	NAMAs	Não foi definida	Plano Setorial de Siderurgia

Fonte: Elaboração própria.

3. RESULTADO DO DIAGNÓSTICO SOBRE O GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO

Antes de adentrar no detalhamento sobre os resultados de cada meta cabe retomar a expectativa indicada anteriormente de que o BUR seria o documento com a descrição quantitativa dos resultados de redução de emissões. Dessa forma, o primeiro resultado concreto desta pesquisa é a crítica de que os resultados quantificáveis de redução de emissões não puderam ser obtidos pela leitura do BUR. Nele, os relatos de monitoramento da implementação das metas do pré-2020 são realizados numa abordagem qualitativa, incompatível com o objetivo desta pesquisa.

A seguir, os resultados estão apresentados por setores, sendo destacados cada um dos compromissos assumidos em conformidade com a PNMC (**Pn**) e para as NAMAs (**Nn**), em conformidade com o quadro 1.

3.1. Mudança do Uso da Terra e Florestas

P1: Reduzir 80% dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média de 1996 a 2005.

N1: Com redução estimada de 564 milhões de tCO₂eq em 2020.

Com base na memória de cálculo estabelecida pelo Decreto n° 7.390/2010 é possível conhecer a projeção das emissões dessa fonte para 2020 cujo valor é a média do desmatamento entre 1996 e 2005, igual a 19.535 km² (Figura 4).

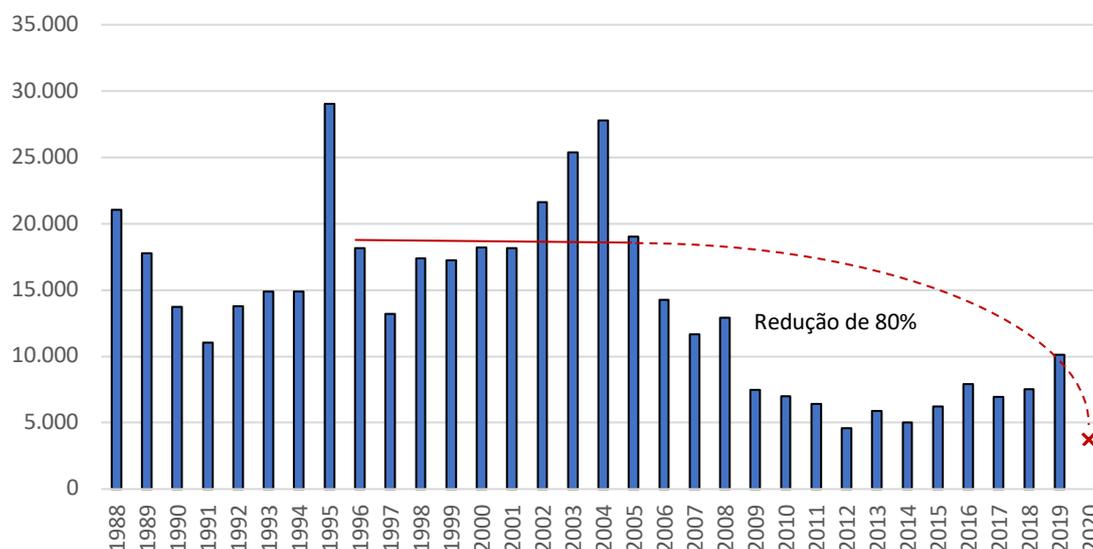
Figura 4: Projeção do desmatamento na Amazônia Legal para o ano de 2020 em km².

1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2020
18.161	13.227	17.383	17.279	18.226	18.165	21.394	25.247	27.423	18.846	19.535

Fonte: Decreto n° 7.390/2010.

Ao considerar uma redução de 80% do desmatamento em relação à projeção para 2020 chega-se ao valor de 3.907 km² como meta da PNMC, representada no Gráfico 3.

Gráfico 3: Desmatamento por corte raso na Amazônia Legal.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE e Decreto n° 7.390/2010.

Ao considerar-se, em 2012, ano da menor taxa do desmatamento desde o início da série histórica em 1988, igual a 4.571 km², constata-se uma redução percentual relativa à média da taxa de desmatamento de 1996 a 2005 de 76,6%. Ao valor recente, de 2019, de 10.129 km², a redução alcançada é de 48,1%. Isso implica que, para atingir a meta proposta pelo Brasil na PNMC, o desmatamento em 2020 terá que reduzir de 10.129 km² para 3.907 km², ou seja, uma redução de 61,4%. Considerando que uma redução percentual dessa ordem ocorreu somente de 1995 a 1996 (62,5%), é altamente improvável que o Brasil consiga atingir a meta de redução do desmatamento na Amazônia Legal.

No âmbito da NAMA chega-se ao valor de aproximadamente 456 milhões de toneladas de CO₂eq.

$$(1.953.500ha - 1.012.900ha) \times 132,3 \frac{tC}{ha} \times \frac{44}{12} = 456.285.060 tCO_2e$$

Significa dizer que: caso a meta vencesse em 2019, a redução alcançada corresponderia, aproximadamente, a 80% da meta planejada.

A partir da conversão acima, abre-se a possibilidade de verificar a incoerência entre a meta da PNMC (registrada em área) e o compromisso da NAMA (registrado em massa). Pressupõe-se que por se tratarem de um mesmo campo temático, essas metas

devem ser equiparáveis, seja na esfera internacional ou no âmbito nacional. Contudo, a conversão das unidades para a NAMA, colocando sua meta em medidas espaciais (km²), resulta na seguinte taxa anual:

$$19.535 \text{ km}^2 - (564.000.000 \text{ tCO}_2 \times \frac{12}{44} \times \frac{1 \text{ ha}}{132,3 \text{ tC}} \times \frac{\text{km}^2}{100 \text{ ha}}) = 7.908,6 \text{ km}^2$$

O valor obtido a partir da conversão pré-determinada pelo segundo inventário indica que não houve coerência no momento da definição das ações propostas nas NAMAs em relação ao que já havia sido elaborado no âmbito da PNMC. Portanto, coexistem, nesse caso, dois objetivos diferentes em termos quantitativos para a mesma ação de mitigação. São, portanto, semelhantes do ponto de vista temático, mas com métricas distintas, uma quase o dobro da outra, sendo a NAMA mais “fraca”, mais permissível, e a correspondente da PNMC mais “dura”, mais restritiva.

P2: Reduzir 40% dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média de 1999 a 2008;

N2: Com redução estimada de 104 milhões de tCO₂eq em 2020.

O mesmo racional de análise adotado para a Amazônia Legal deve ser aplicado para o bioma Cerrado. Conforme estabelecido no Decreto nº 7.390/2010, a projeção das emissões de GEE decorrentes do desmatamento no Cerrado para o ano de 2020 resulta da convenção de que, naquele ano, a taxa de desmatamento (medida em km²) equivalerá à taxa média de desmatamento verificada no bioma no período de 1999 a 2008, aferida pela Fundação de Ciências, Tecnologia e Aplicações (Funcate) e pelo Instituto Brasileiro de Recursos Naturais (Ibama), conforme o seguinte detalhamento:

- entre 1994 e 2002, a taxa média anual foi de 18,02 mil km²; e
- entre 2003 e 2008, a taxa média anual de desmatamento foi de 14,09 mil km².

Portanto, a taxa média de desmatamento no período de 1999 a 2008 resulta da seguinte equação:

$$\frac{(4 \times 18,02) + (6 \times 14,09)}{10} = 15.700 \text{ km}^2$$

Entretanto, o projeto utilizado para definição da taxa média de desmatamento foi descontinuado após o biênio 2010-2011. A alternativa possível para avaliar o cumprimento da meta seria a utilização dos dados produzidos pelo Projeto PRODES Cerrado. Ainda assim, os dois projetos possuem metodologias e parâmetros diferentes, fazendo com que a contraposição dos dados dos dois projetos gere uma falta de consistência entre as séries históricas.

Nesse sentido, para fins de comparabilidade, sugere-se o recálculo da meta considerando a disponibilidade dos dados existentes no âmbito do PRODES Cerrado, disponível desde 2001 em diante.

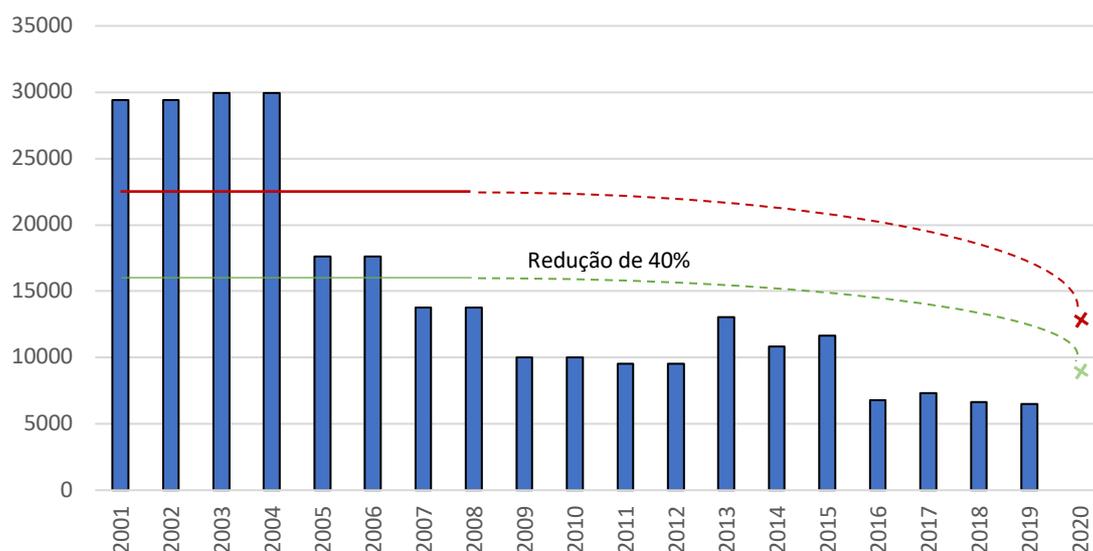
- em 2001 e 2002, a taxa média anual foi de 29.423,25 km²;
- em 2003 e 2004, a taxa média anual foi de 29.939,19 km²;
- em 2005 e 2006 a taxa média anual foi de 17.612,97 km²; e
- em 2007 e 2008, a taxa média anual foi de 13.783,88 km².

Portanto, a nova taxa média de desmatamento do período de 2001 a 2008 resulta da seguinte equação:

$$\frac{(2 \times 29.423,25) + (2 \times 29.939,19) + (2 \times 17.612,97) + (2 \times 13.783,88)}{8} = 22.689,82 \text{ km}^2$$

Ao considerar a meta de redução de 40% do desmatamento em relação às projeções para 2020 chega-se ao valor de 13.613,89 km² (base PRODES Cerrado, projeções em vermelho) e 9.400 km² (base FUNCATE-Ibama, projeções em verde) como limites de desmatamento para fins de cumprimento da meta da PNMC, representados no Gráfico 4.

Gráfico 4: Desmatamento por corte raso no Bioma Cerrado e projeções para redução do desmatamento.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPE, e do Decreto n°7.390/2010.

Dessa forma, a taxa de desmatamento do Cerrado, para o ano de 2019, frente à média recalculada representa uma redução de 71%, quase o dobro da redução planejada pela política. Em termos percentuais significa 178% de atingimento de meta em relação ao planejado.

A título de complementação, ao considerar no ano de 2019, menor taxa histórica para o desmatamento no Cerrado, o registro de 6.483 km² em relação à média de 1999 a 2008 (PMDBBS) obtêm-se uma redução de 58,7%, portanto, superior àquela proposta como objetivo para 2020. Em termos percentuais de atingimento de meta significa 145% de atingimento de meta em relação ao planejado.

Para aferição do compromisso comunicado à UNFCCC como NAMA é necessário realizar a mesma conversão entre área (km²) e massa (tCO₂eq) feita para o caso da Amazônia. A diferença em relação ao caso anterior reside na utilização de outro fator de emissão, próprio para o Bioma Cerrado, também obtido pelo Segundo Inventário (56,1 tC/ha).

$$(2.268.982ha - 648.300ha) \times 56,1 \frac{tC}{ha} \times \frac{44}{12} = 333.374.287 tCO_2e$$

Novamente, segue valores calculados utilizando-se a média obtida pelo Decreto n° 7390/2009.

$$(1.570.000ha - 648.300ha) \times 56,1 \frac{tC}{ha} \times \frac{44}{12} = 189.593.690 tCO_2e$$

Significa dizer que: caso a meta vencesse em 2019, a redução já alcançada, superior a 333 milhões de toneladas de CO₂eq, seria superior ao que foi planejado e comunicado à Convenção na forma de NAMA. Ou seja, trata-se de um alcance acima do que foi planejado, em aproximadamente 320%. No caso da média estabelecida pelo Decreto, o resultado de redução de 189 milhões de toneladas de CO₂ equivalente equivaleria a um alcance de aproximadamente 182% da meta comunicada como NAMA.

Curiosamente, para o caso do bioma Cerrado, as métricas apresentadas pela PNMC e pela NAMA não são discrepantes como para o caso da Amazônia. Se transformados em área os 104 milhões de tCO₂e comunicados como NAMA chegaríamos ao valor de 10.644,1km² não tão diferente dos 9.420 km² originalmente previstos pela PNMC.

$$15.700km^2 - (104.000.000 tCO_2 \times \frac{12}{44} \times \frac{1 ha}{56,1 tC} \times \frac{km^2}{100ha}) = 10.644,1 km^2$$

3.2. Agropecuária

P3: Recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens;

N3: Com redução estimada de 83 a 104 milhões de tCO₂eq em 2020.

Segundo o Plano ABC (2011, página 45), a degradação de pastagens é o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, e de capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais. Este processo também tem impacto na capacidade do sistema de produção em superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, que culminam na degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados. Com o avanço do processo de degradação, verifica-se perda de cobertura vegetal e a redução no teor de matéria orgânica do solo, com resultante aumento da emissão de CO₂ para a atmosfera. A recuperação e manutenção da produtividade das pastagens contribuem para mitigar a emissão dos gases do efeito estufa.

Com base nos dados apresentados na Nota Técnica da Plataforma ABC (2018), que utilizaram dados da adoção de crédito do Programa ABC (fornecidos pelo

Banco Central) e pela Coordenação de Agropecuária Conservacionista, Floresta Plantada e Mudança Climática (CAFMC) do MAPA, estima-se uma área de 4,46 milhões de hectares de pastagens recuperadas no Brasil, o que representa aproximadamente 30% de implementação da ação.

Quanto à estimativa de redução de emissões de GEE, a Nota Técnica utiliza dois coeficientes de mitigação para a tecnologia, um sugerido no Plano ABC de 3,79 tCO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ e outro definido por Bustamante et al. (2006) de 5,50 tCO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ para a região do Cerrado. Eles resultam que a adoção do RPD contribuiu com o sequestro entre 16,90 e 57,50 milhões de tCO₂eq. Isso representa o cumprimento da meta para essa tecnologia em 18 a 62% (MAPA, 2018). Para fins desta pesquisa optou-se por fazer uso do coeficiente mais conservador, utilizado no âmbito da implementação do plano ABC, ou seja, 18% de implementação.

P4: Ampliação do sistema lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares;

N4: com redução estimada de 18 a 22 milhões de tCO₂eq em 2020.

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta é uma estratégia de produção sustentável que considera atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema. Contribui para recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promoção e geração de emprego e renda, adoção de boas práticas agropecuárias, melhoria das condições sociais, adequação da unidade produtiva à legislação ambiental e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas, tais como: a) conservação dos recursos hídricos e edáficos; b) abrigo para os agentes polinizadores e de controle natural de insetos-pragas e doenças; c) fixação de carbono e nitrogênio; d) redução da emissão de gases de efeito estufa; e) reciclagem de nutrientes; f) biorremediação do solo; f) manutenção e uso sustentável da biodiversidade (Plano ABC, 2011, página 51).

Dados apresentados na Nota Técnica da Plataforma ABC apontam que houve uma expansão de 5,83 milhões de hectares no período de 2010 a 2016. Essa expansão permitiu um alcance de 146% da meta estabelecida para fomento da expansão do ILPF no Brasil.

Utilizando-se o fator de mitigação para a tecnologia de ILPF sugerido no Plano ABC de $3,79 \text{ tCO}_2\text{eq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ temos que o avanço de 5,83 milhões de hectares de ILPF contribuíram com a remoção de 22,11 milhões de tCO_2eq , cumprindo com 111% do intervalo potencial de mitigação estabelecido como meta no Plano ABC. A título de conhecimento, ao utilizar o fator de emissão de $6,24 \text{ tCO}_2\text{eq}/\text{ha} \times \text{ano}$, definido por Carvalho et al. (2010) obtém-se uma remoção de $36,40 \text{ tCO}_2\text{eq}$ e uma execução de 182%, quase dobrando a meta proposta no Plano ABC.

P5: Expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares;

N5: Com redução estimada de 16 a 20 milhões de tCO_2eq em 2020.

Segundo o Plano ABC (2011, página 59), o Sistema Plantio Direto (SPD) consiste em um complexo de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo, diversificação de espécies e minimização ou supressão do intervalo de tempo entre colheita e semeadura. Esse sistema contribui para conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo, aumento na relação benefício/custo, redução do consumo de energia fóssil e do uso de agrotóxicos, mitigação da emissão dos gases de efeito estufa e contribuição para o aumento da resiliência do solo.

A equipe da Plataforma apresentou dados de expansão dessa tecnologia em 9,97 milhões de hectares no período de 2010 a 2016. Essa informação permite afirmar que houve um cumprimento de 125% da meta estabelecida para expansão de SPD pela PNMC.

Em relação às estimativas de mitigação, e com base no fator de emissão de 0,50 previamente definido no Plano ABC, verifica-se que a expansão de 9,97 milhões de hectares de SPD no Brasil contribuiu com o sequestro de 18,25 milhões toneladas de CO_2eq , levando a uma execução de 101% da meta estabelecida para os compromissos internacionais.

P6: Expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo;

N6: Com redução estimada entre 16 e 20 milhões de tCO₂eq em 2020.

Segundo o Plano ABC (2011, página 67), o aumento da produção agrícola é especialmente dependente do suprimento de nitrogênio, um dos principais fatores limitantes nos solos tropicais e subtropicais. Aproximadamente 78% da atmosfera é composta por nitrogênio (N₂), indisponível para a maioria dos organismos. Apenas um número limitado de espécies de microrganismos tem a capacidade de converter N₂ em nitrogênio reativo (assimilável pelas plantas) por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Esse processo é indispensável para a manutenção da vida no planeta e estratégico para a sustentabilidade na agricultura. A FBN é amplamente reconhecida, pois reduz o custo da produção, reduz os riscos para o meio ambiente pela redução de emissão de gases de efeito estufa além de elevar o conteúdo de matéria orgânica (sequestro de carbono) e melhorar a fertilidade do solo.

Os dados apresentados na Nota Técnica apresentam a expansão de adoção dessa tecnologia em 9,97 milhões de ha no período de 2010 a 2016. Esses dados demonstram o estabelecimento de 181% da meta estabelecida para fixação biológica de nitrogênio.

Para avaliação das contribuições de mitigação da expansão do FBN foram comparados dois fatores de emissão: a) o estabelecido pelo Plano ABC, de 1,83 tCO₂ eq.ha⁻¹.ano⁻¹, que resulta no sequestro de 18,25 milhões toneladas de CO₂eq; e b) utilizando um cálculo desenvolvido pela Plataforma baseado na adaptação da abordagem descrita em Sá et al. (2017), que se sintetiza em um fator de 1,69 tCO₂ eq.ha⁻¹.ano⁻¹, e representa um sequestro de 16,88 milhões tCO₂eq. Ambas estimativas levam ao atingimento 169% a 182% da meta de mitigação proposta no Plano ABC para FBN.

P7: Expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares.

Segundo o Plano ABC (2011, página 73), a produção de florestas plantadas nas propriedades rurais possui quatro objetivos básicos: implementar uma fonte de renda de longo prazo para a família do produtor; aumentar a oferta de madeira para fins industriais (celulose e papel, móveis e painéis de madeira), energéticos (carvão vegetal e lenha), construção civil e outros usos; reduzir a pressão sobre as matas nativas; e captura de CO₂ da atmosfera, reduzindo os efeitos do aquecimento global.

O papel desempenhado pela atividade de reflorestamento no balanço de emissões de GEE é o de remoção de CO₂, ou seja, ela atua como sumidouro ao imobilizar, temporariamente, o gás carbônico em sua estrutura pelo processo de fotossíntese. Em maiores detalhes, quando uma floresta é replantada, primeiramente ela funciona como um sumidouro, momento em que a captação líquida de CO₂ é maior devido ao processo de fotossíntese ser mais intenso do que a respiração, gerando acúmulo de carbono na biomassa. Com o passar do tempo, a taxa líquida diminui em função do aumento do processo de respiração. Se o plantio florestal chegar à maturidade ecológica passa a existir um equilíbrio dinâmico em que a respiração compensa a fotossíntese. Nesse momento a função sumidouro não existe mais, e a importância da área em termos de mitigação passa a residir na manutenção do estoque acumulado na biomassa (MACKEY *et al.*, 2013).

Com os dados do Instituto Brasileiro de Árvores (IBA) e do Programa ABC, obteve-se o valor de área total de florestas plantadas no Brasil de 7,84 milhões de ha, com uma expansão dessa tecnologia de 1,10 milhões de ha de 2013 a 2018, resultando no alcance de 37% da meta proposta na PNMC para expansão de florestas plantadas.

Nenhuma meta equivalente a esta da PNMC, foi proposta como NAMA.

P8: Ampliação do tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais.

Segundo o Plano ABC (MAPA, 2012, página 79), a correta destinação dos dejetos e efluentes originados a partir da criação de animais confinados tem se constituído como um importante fator que condiciona a regularidade ambiental das propriedades rurais. O tratamento adequado desses efluentes e dejetos contribui para a redução da emissão de metano que representa o equacionamento de um problema ambiental, além de possibilitar um aumento na renda dos agricultores, seja pelo composto orgânico gerado ou pela geração de energia automotiva, térmica e elétrica por meio do uso do biogás. Os processos de biodigestão e compostagem já são conhecidos e proporcionam a redução de custos de produção por evitar o consumo de energia, insumos químicos, diminuir os riscos para o meio ambiente, bem como reduzir a emissão de GEE. Propõe-se disponibilizar a agricultores, cooperativas e associações que trabalham nas cadeias da suinocultura, bovinocultura e avicultura os investimentos e as infraestruturas adequadas e necessárias para a adoção de tecnologias de tratamento de dejetos e efluentes de animais.

Com dados estimados de projetos de adoção do tratamento de dejetos de animais no Programa ABC, e com volumes de produção em m³ baseados em dados de estudos de viabilidade técnica e econômica para uma suinocultura de baixa emissão de carbono (MAPA, 2016) chegou-se a uma estimativa de adoção de 1,70 milhões de m³ de dejetos tratados, correspondendo ao alcance de 39% da meta.

Nenhuma meta equivalente a esta da PNMC, foi proposta como NAMA.

3.3 Energia

As hipóteses básicas para o modelo PDE2020 são definidas a partir do entendimento de que a evolução das emissões decorrentes da produção e uso da energia é função do crescimento da demográfico, renda per capita e intensidade energética, sendo tomados como aproximações as seguintes:

- Crescimento populacional previsto para 2020 de 207,7 milhões de habitantes;
- crescimento econômico considerado por 7% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2010 e 5% ao ano em média no período de 2011 a 2020; e
- Trajetória ascendente da intensidade energética que passou de 124,9 GEE/PIB (KgCO₂eq/10⁹R\$) em 1994 para 133,3 GEE/PIB (KgCO₂eq/10⁹R\$) em 2005.

Das premissas adotadas vale reforçar a larga estimativa do PIB frente à realidade encontrada no período mencionado, colocando em dúvida a precisão das projeções a partir de tal pressuposto.

P9: Aumentar o uso de biocombustíveis;

N7: Com amplitude de redução estimada entre 48 a 60 milhões de tCO₂e em 2020.

Conforme definido anteriormente na seção sobre metodologia, Tolmasquim e Guerreiro (2010) apontam que: eventual redução de emissões de GEE decorreria do aumento de participação de biocombustíveis na matriz energética, pela inserção de etanol em substituição à gasolina automotiva, e pela adição do biodiesel ao diesel mineral.

Partindo-se do consumo de gasolina automotiva no ano de 2009, dado fornecido pelo BEN2010, Tolmasquim e Guerreiro (2010) projetaram que haveria um consumo de 50,1 bilhões de litros gasolina, em 2020. Posteriormente, segundo o BEN 2019, foram consumidos 28 bilhões de litros de gasolina automotiva em 2018. Para os

fatores de conversão utilizou-se 1L de gasolina equivalendo a $0,77 \times 10^{-3}$ toneladas equivalente de petróleo (tep), dado pelo Balanço Energético Nacional, e 2.873 tCO₂eq/10³tep dado pelo PDE 2020 como fator de emissão da gasolina automotiva.

$$(50,1 \times 10^9 L - 28 \times 10^9 L) \times 0,00077 \frac{tep}{L} \times 2.873 \frac{tCO_2e}{1000tep} = 26,3MtCO_2e$$

Aos dados de 2018, o consumo evitado da fonte gasolina automotiva foi de 26,3 milhões de tCO₂eq.

No caso do diesel mineral, Tolmasquim e Guerreiro (2010) projetaram que haveria um consumo desse combustível, em 2020, de 77,5 bilhões de litros. Segundo o BEN 2019, foram consumidos em 2018 50,2 bilhões de litros de diesel mineral, com 1L de diesel equivalendo a 0,000848tep. Finalmente, segundo o PDE 2020, o fator de emissão do diesel mineral de tep para tCO₂eq é 3.070.

$$(77,5 \times 10^9 L - 50,2 \times 10^9 L) \times 0,000848 \frac{tep}{L} \times 3.070 \frac{tCO_2e}{1000tep} = 71MtCO_2e$$

Aos dados de 2018, o consumo evitado por fonte de diesel mineral foi de 71 milhões de tCO₂eq.

Conforme mencionado anteriormente, este capítulo se propõe a replicar o referencial metodológico proposto em 2010 para apuração do resultado de emissões evitadas. Não há qualquer análise sobre a factibilidade do ponto de vista dos argumentos de que a diminuição do consumo de gasolina e diesel mineral tenha ocorrido pela penetração de etanol e biodiesel.

Do somatório da emissão evitada pelas duas fontes não renováveis chega-se ao resultado de 97,3 milhões de tCO₂eq, correspondendo a um alcance de 202% da meta indicada como NAMA.

P9: Aumento no fornecimento de energia por usinas hidrelétricas;

N8: Com amplitude de redução estimada entre 79 a 99 milhões de tCO₂e em 2020.

Conforme memória de cálculo apresentada no item 3.2.2, é tomada como linha de base a geração por fonte hidráulica em 2009. Acréscimos posteriores na geração pela mesma fonte serão tomados como emissão evitada pela fonte térmica a gás natural.

Geração por fonte hidráulica em 2009	390.988 GWh (A)
Geração por fonte hidráulica em 2018	388.971 GWh (B)

É inviável a apuração pela metodologia proposta em 2010 uma vez que a geração por fonte hidráulica em 2018 foi inferior àquela registrada para o ano de 2009. Dessa forma, perde-se o sentido de falar em emissões evitadas pela expansão de fontes renováveis, condição primária do método proposto.

P9: Fontes alternativas de energia;

N9: Com amplitude de redução estimada entre 26 a 33 milhões de tCO₂e em 2020.

Conforme memória de cálculo apresentada no item 3.2.3, é tomada como constante a geração pelas fontes alternativas em 2009 indicando que acréscimos posteriores na geração representam emissão evitada pela fonte térmica a gás natural. De acordo com dados do BEN (2019) as ofertas de fontes alternativas disponíveis são: Pequenas Centrais Hidroelétricas, Centrais Eólicas e Biomassa de Cana. Como o documento de referência não faz menção a quais fontes de biomassa de cana foram consideradas propõe-se a utilização de caldo de cana (processo em destilarias para produção de etanol etílico) e bagaço de cana (processo em usinas para produção de energia elétrica).

Centrais Eólicas:

- Geração por fonte eólica em 2009 1,183 TWh (A)
- Geração por fonte eólica em 2018 48,475 TWh (B)
- Geração térmica evitada pela fonte eólica 47,292 TWh (A) – (B)
- Fatores de conversão $1\text{Twh} = 8,6 \times 10^4 \text{tep}$ (C)
- Fatores de conversão (térmicas a gás natural) $2.337 \text{tCO}_2\text{eq}/10^3 \text{tep}$ (D)
- **Emissões evitadas [(A) – (B)] x (C) x (D) 9,5 milhões de tCO₂.**

Caldo de Cana:

- Produção de caldo de cana em 2009 $172,618 \times 10^6 \text{ton}$ (A)
- Produção de caldo de cana em 2018 $243,108 \times 10^6 \text{ton}$ (B)

- Produção adicional à linha de base $70,49 \times 10^6 \text{ton (A) - (B)}$
- Fatores de conversão $1 \text{ton} = 0,059 \text{tep (C)}$
- Fatores de conversão (térmicas a gás natural) $2.337 \text{tCO}_2 \text{eq}/10^3 \text{tep (D)}$
- **Emissões evitadas [(A) - (B)] x (C) x (D)** **9,7 milhões de tCO₂.**

Bagaço de Cana⁹:

- Produção de bagaço de cana em 2009 $12,614 \times 10^6 \text{ton (A)}$
- Produção de bagaço de cana em 2018 $28,505 \times 10^6 \text{ton (B)}$
- Produção adicional à linha de base $15,891 \times 10^6 \text{ton (A) - (B)}$
- Fatores de conversão $1 \text{ton} = 0,213 \text{tep (C)}$
- Fatores de conversão (térmicas a gás natural) $2.337 \text{tCO}_2 \text{eq}/10^3 \text{tep (D)}$
- **Emissões evitadas [(A) - (B)] x (C) x (D)** **7,9 milhões de tCO₂.**

Portanto, sem considerar PCHs, pelo fato dos dados não estarem disponíveis no Balanço Energético Nacional, o potencial estimado pela metodologia descrita acima chega a um resultado de aproximadamente 27,1 milhões de tCO₂. Isso representa um alcance de 104% da meta prevista.

P9: Aumento da eficiência energética;

N10: Com amplitude de redução estimada entre 12 a 15 milhões de tCO₂e em 2020.

Não foi possível aplicar a metodologia prevista pela indisponibilidade de dados. Nesse caso as informações necessárias estão contidas no Balanço de Energia Útil, documento produzido apenas para os anos de 1983 e 1993.

3.4 Indústria Siderúrgica

P10: Incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização;

N11: Com amplitude de redução estimada entre 8 e 10 milhões de TCO₂eq.

⁹ Foram utilizados os valores inseridos na tabela 2.12 Bagaço de Cana, mais especificamente a linha "Transformação" que se refere à geração de energia elétrica. Fonte: EPE (2018) Oferta e Demanda de Energia por Fonte 1970 a 2018.

Muito embora tenha sido indicada metodologias para apurar os resultados em termos de redução de emissões, não estão disponíveis, por meio de avaliação oficial do governo brasileiro, informações sobre monitoramento dos resultados alcançados no que se refere à substituição de carvão vegetal de origem nativa por plantada. Para tanto, seria necessário ter uma base de dados com o georreferenciamento de cada plantio florestal realizado com a finalidade de produção de carvão de origem vegetal. Nesse sentido, segue breve análise a partir de outros dados disponíveis para o setor no Brasil.

Para atingir essa meta apresentada pela NAMA, o respectivo Sumário Executivo do Plano Setorial identificou a necessidade de criar um estoque florestal adicional de cerca de 2 milhões de hectares até 2020 para suprimento da indústria siderúrgica e de aumentar a eficiência do processo de carbonização da madeira como base da estratégia para aprimorar a sustentabilidade ambiental, econômica e social da produção de carvão vegetal (Sumário Executivo do Plano Setorial de Siderurgia).

Segundo o Relatório Anual da Indústria Brasileira Árvores (IBÁ, 2019), registrou-se o consumo de 4,6 milhões de toneladas de carvão vegetal no Brasil, dada sua importância como insumo da indústria siderúrgica, o que representa um aumento de 2,5% em relação ao consumo de 2017. As informações disponibilizadas pelo IBÁ (2019) apontam para uma elevação no total de carvão consumido em 2018, sendo aproximadamente 91% produzido a partir de madeira oriunda de árvores plantadas conforme dados da Tabela 5.

Tabela 4: Origem da madeira para fins de produção de carvão vegetal em milhões de toneladas.

<i>ANO</i>	<i>Consumo de carvão vegetal</i>	<i>Uso de fonte plantada</i>	<i>Consumo de fonte plantada</i>	<i>Consumo de fonte nativa</i>
2008	7,1	49%	3,5	3,6
2009	4,4	59%	2,6	1,8
2010	5,5	65%	3,6	1,9
2011	5,5	69%	3,8	1,7
2012	6	73%	4,4	1,6
2013	5,9	76%	4,5	1,4
2014	5,3	81%	4,3	1,0
2015	4,6	83%	3,8	0,8
2016	4,5	84%	3,8	0,7
2017	4,4	88%	3,9	0,5

2018	4,5	91%	4,1	0,4
------	-----	-----	-----	-----

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Anuário Estatístico do IBÁ (2019).

Considerando a mesma lógica *business as usual* utilizada para os demais setores, o ano de 2009 teve 59% do carvão vegetal produzido a partir de fonte de floresta plantada. Isso significa que aproximadamente 2,6 milhões de toneladas de carvão vegetal renovável foram consumidas naquele ano, sendo, portanto, a referência para o exercício presente. Já em 2018, 91% do carvão vegetal foi produzido a partir de florestas plantadas. Isso significa que 4,1 milhões de toneladas de carvão vegetal renovável foram consumidas, gerando uma diferença adicional de 1,5 milhões de toneladas de carvão vegetal renovável frente a linha de base.

Os dados apresentados caracterizam um contexto que leva a crer que o setor tem buscado utilizar fontes renováveis em substituição à vegetação nativa, e que qualitativamente, caminha em trajetória coerente com o cumprimento das metas definidas.

Para encerrar esta seção de resultados, segue abaixo tabelas e gráficos contendo a sistematização dos resultados alcançados pela implementação das ações apresentadas na PNMC e nas NAMAs pelos quatro setores analisados.

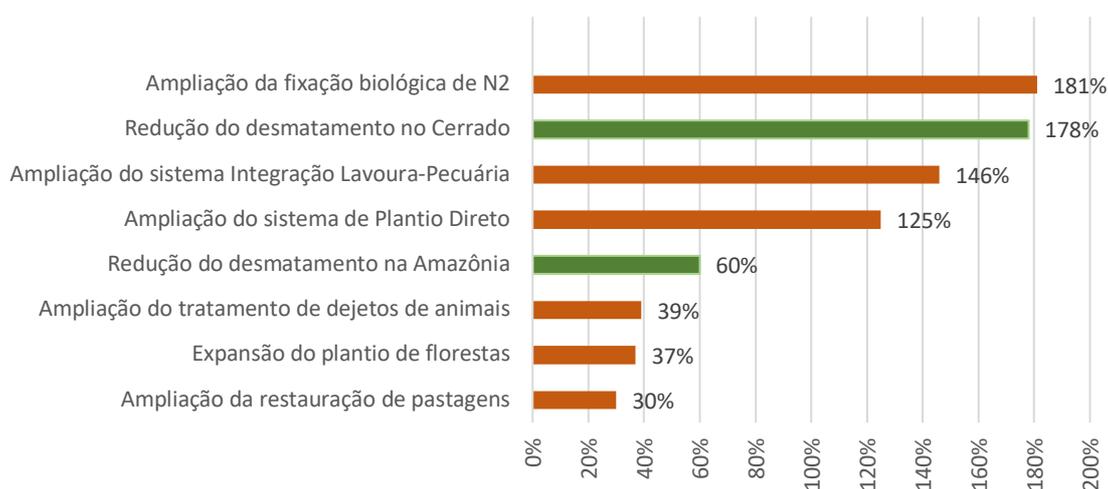
Tabela 5: Resultados parciais de implementação das ações de mitigação de emissão de GEE.

	Ano	PNMC	NAMAs
Redução do desmatamento na Amazônia	2019	60%	80%
Redução do desmatamento no Cerrado ¹⁰	2019	178%	320%
Ampliação da restauração de pastagens	2018	30%	18%
Ampliação do sistema Integração Lavoura-Pecuária	2016	146%	111%
Ampliação do sistema de Plantio Direto	2016	125%	101%
Ampliação da fixação biológica de N ₂	2016	181%	169%
Ampliação do tratamento de dejetos de animais	2016	39%	n/a
Expansão do plantio de florestas	2018	37%	n/a
Ampliação da participação de biocombustíveis	2018	n/a	202%
Ampliação da geração hidrelétrica	-	n/a	-
Ampliação da geração por fontes alternativas	2018	n/a	104%
Aumento da eficiência energética	-	n/a	-
Ampliação do uso de carvão vegetal renovável	-	n/a	-

Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 5 apresenta o alcance das metas quantitativas da Política Nacional sobre Mudança do Clima.

Gráfico 5: Resultados parciais da implementação dos compromissos da PNMC (em %).

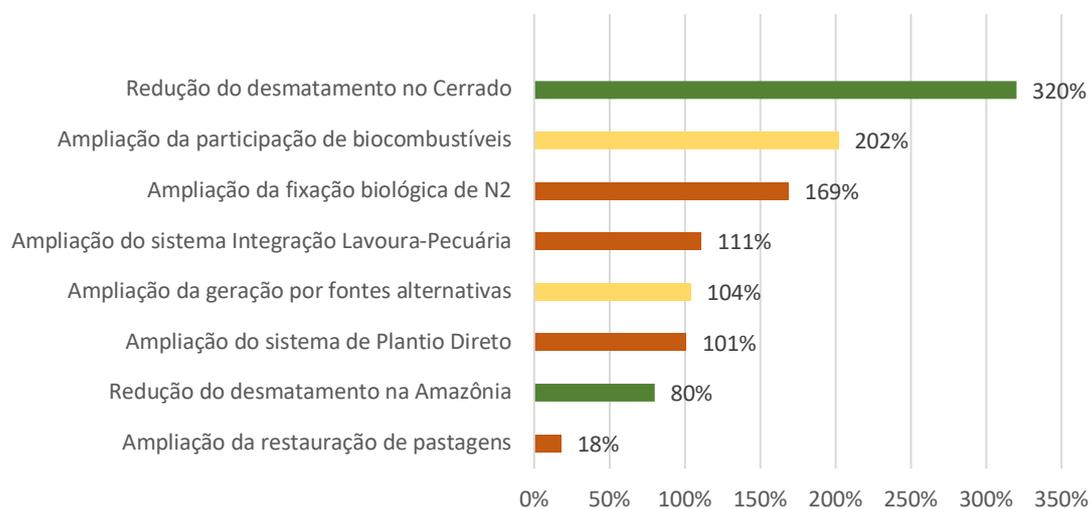


Fonte: Elaboração própria.

¹⁰ Vale reforçar que os resultados apresentados na tabela para essa meta referem-se à linha de base recalculada com os dados do PRODES Cerrado. Caso opte por considerar a linha de base FUNCATE-Ibama frente a taxa de desmatamento do PRODES Cerrado os resultados seriam 142% (PNMC) e 182% (NAMA).

O Gráfico 6 apresenta o alcance das metas quantitativas encaminhadas à UNFCCC como Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas.

Gráfico 6: Resultados parciais da implementação dos compromissos da PNMC (em %).



Fonte: Elaboração própria.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente, cabe reforçar a grande dificuldade em compreender as memórias de cálculo e as definições de contorno adotadas para mensurar os resultados de todos os setores, mas em especial, no setor elétrico e siderurgia sustentável, a partir do referencial metodológico disponível. Por outro lado, o fato das apurações parciais realizadas nessa pesquisa terem utilizado dados cuja defasagem não seja superior a três anos revela a existência de um sistema estruturado para captação de dados, fato este que pressupõe a existência de uma rotina de captação, sistematização e disponibilização dos dados necessários, salvo para eficiência energética. Isso revela que a deficiência percebida no monitoramento das metas estabelecidas não advém da ausência de dados ou fragilidades institucionais, mas sim da falta de claras definições metodológicas que deveriam se fazer presente no momento de planejamento da política.

Ao retomar a publicação do IPEA (2019) sobre desmatamento na Amazônia, registra-se que nos últimos três anos, entre 2016 e 2018, o desmatamento médio anual atingiu 7,6 mil quilômetros quadrados. Esse crescimento recente constitui um novo patamar de desmatamento, maior que aquele estabelecido no período entre 2009 e 2012, quando a média anual era de 6,4 mil quilômetros quadrados. Nesse sentido, o Instituto afirma que essa volta do crescimento do desmatamento na Amazônia Legal é preocupante e alerta para a necessidade de que sejam tomadas medidas urgentes de reversão dessa tendência. Tais taxas de desmatamento comprometem o alcance da meta de redução, até 2020, de 80% do desmatamento na Amazônia Legal, em relação à média de 1996 a 2005, previsto no art. 19 do Decreto nº 9.578/2018 e no PPCDAm, equivalente a 3,9 mil quilômetros.

Na mesma direção segue o Observatório do Clima (2019), corroborando o entendimento alcançado com os resultados obtidos nesse capítulo referentes à taxa de desmatamento ilegal na Amazônia Legal. O Brasil não deverá alcançar a meta de redução de 80% do desmatamento nesse bioma em função do recente ciclo de aumento do desmatamento, iniciado a partir de 2012.

Em linha com os resultados apresentados, o Ministro de Meio Ambiente confirma a dificuldade atual de reverter a tendência de aumento do desmatamento na Amazônia (Folha de São Paulo, 2020), o que tornará difícil, senão impossível, cumprir

as metas de desmatamento para a Amazônia, pelos motivos já descritos pelo Observatório do Clima.

No caso do bioma Cerrado espera-se atingir o compromisso estabelecido em 2009 e 2010 tanto pela PNMC como pela NAMA. Sobre a evolução do desmatamento no bioma Cerrado o IPEA (2019) indica que a atual trajetória de redução, mesmo com oscilações, vem contribuindo de forma expressiva para a redução de GEEs no Brasil, tornando factível o compromisso de redução de 40% do desmatamento nesse bioma. De igual maneira, os resultados obtidos nesta pesquisa estão em linha com essa análise, uma vez que a meta estabelecida pelo Decreto nº 9.578/2018 e pelo PPCerrado, equivalente a 9,4 mil quilômetros quadrados, é muito superior à taxa atual de 6,4 mil quilômetros quadrados.

As ações do setor energia não foram inteiramente aferidas pois a metodologia apresentada em 2010 encontrou obstáculos em situações onde não houve acréscimo de geração por fonte renovável em relação ao ano de 2009, como foi o caso da fonte hídrica. Até o presente momento não foram calculadas as emissões evitadas por pequenas centrais hidrelétricas nem pelo aumento de eficiência energética. Das ações de mitigação calculadas nesse setor o aumento da participação de biocombustíveis obteve o melhor desempenho, o que, conforme foi tratado no item anterior, não pode necessariamente ser entendido como bom resultado de implementação de política pública, em função das limitações descritas anteriormente.

Sobre o setor energia, o IPEA (2019) confirma os resultados obtidos ao apontar a queda de participação da fonte hídrica na matriz nacional, a qual passou de 13,8% para 11,9%, entre 2012 e 2017. Quanto a demais fontes renováveis, lenha e carvão também vêm perdendo participação, pois estão em processo de substituição por outras fontes renováveis mais modernas, como por exemplo centrais eólicas e derivados de cana de açúcar, que teve aumento de sua participação de 15,4% para 17,4% nesse período.

Quanto ao setor agropecuário, o IPEA (2019) reproduz os resultados demonstrados na Nota Técnica elaborada pelo Comitê de Monitoramento do Plano ABC. Nesse sentido cabe apontar nesse item de discussão de resultados que o setor agropecuário é aquele que se apresenta como o mais bem organizado em termos de acompanhamento de suas metas, seja para a PNMC e NAMAs. Adicionalmente, pela análise das figuras 10 e 11, percebe-se que as ações de mitigação do setor revelaram a formação dois *clusters*.

O primeiro, com implementação acima do que foi planejado, está relacionado a processos diretamente ligados à produção agrícola, como a ampliação da fixação biológica de N₂, ampliação do uso dos sistemas iLPF e Plantio Direto. Por outro lado, o segundo *cluster*, com implementação abaixo do planejado, está relacionado ao fomento de atividades de recomposição florestal, tais como a restauração de pastagens e ampliação do plantio de florestas.

Devido à falta de informações metodológicas e disponibilidade de dados não foi possível avaliar a meta para o setor de siderurgia sustentável, motivo pelo qual optou-se no item anterior por uma análise qualitativa que buscou demonstrar o ganho de sustentabilidade pela qual passou o setor.

Neste momento, é oportuno ainda deixar cristalino que: as emissões de GEE brasileiras não se restringem ao somatório das ações de mitigação tratadas nesta pesquisa, e que não obrigatoriamente o insucesso em uma ou mais metas setoriais condicionam o resultado em termos agregados. Como exemplo, no setor agropecuária, a maior fonte de emissão é ocasionada pela fermentação entérica do rebanho de bovinos, correspondendo a mais da metade daquele setor sem ser objeto direto de meta para fins de mitigação.

Para ancorar na literatura utilizada as dificuldades encontradas com a definição e aplicação de métodos de cálculo para monitoramentos das metas setoriais do pré-2020 retoma-se Motta (2012) que já trazia este entendimento ao reforçar a obrigação imposta pelo artigo 10 do Decreto n° 7.390/2010, em que as ações dos planos setoriais devem ser formuladas incluindo metodologias e mecanismos apropriados para aferir o cumprimento destas.

Em convergência com Motta (2012) o *Technical Team of Experts* (TTE, na sigla em inglês), grupo de especialistas da UNFCCC que conduz o processo de *International Consultation and Analysis* (ICA, na sigla em inglês) dos BURs apresentados pelos países em desenvolvimento à Convenção manifestou, por meio do Relatório de Análise Técnica do 3° BUR do Brasil finalizado em 31 de outubro de 2019, e submetido à UNFCCC em 2 de março de 2019, que o reporte apresentado não apresenta resultados quantitativos, mas apenas uma descrição qualitativa das ações de mitigação apresentadas.

52. Consistently with Decision 2/CP.17, annex III, paragraph 12(a), Brazil clearly reported the names of mitigation actions or

groups of actions, coverage (sector and gases) and progress indicators in table XIV of the BUR. A description of mitigation actions was clearly reported in the BUR, however, information on quantitative goals was not. The TTE identified a number of non-quantitative goals for Brazil's NAMAs, which were consistently reported across all sectors with NAMAs, namely energy, industrial processes, agriculture and LULUCF. During the technical analysis, Brazil clarified that it is still improving its reporting of goals. The TTE noted that the Party providing quantitative information on each of the goals associated with the mitigation actions in the BUR could facilitate a better understanding of the information reported. (UNFCCC, SBI/ICA/2019/TASR.3/BRA, página 11).

Para finalizar, os resultados obtidos à partir dos dados oficiais, assim como análises técnicas são convergentes ao indicar que: (i) a meta de redução do desmatamento na Amazônia não será alcançada; (ii) a meta de redução do desmatamento no Cerrado tem grande chance de ser alcançada; (iii) o setor agropecuário tem tido êxito na implementação de suas metas, salvo aquelas referentes ao fomento de atividades florestais; e (iv) o setor energia teve prejudicada a avaliação da meta sobre expansão da fonte hídrica em função da diminuição de sua oferta ao longo da última década, já o uso de biocombustíveis e outras fontes renováveis foram ampliadas. Quanto à meta agregada de emissões de GEEs, essa será objeto de avaliação no próximo capítulo.

5. CONCLUSÕES

Este capítulo revelou uma grande dificuldade em compreender o modo como foram estruturados os compromissos de redução de emissões de GEE do Brasil para 2020. Os documentos de planejamento existentes estão dispersos e não apresentam, na profundidade esperada, as informações necessárias para compreender a construção dos compromissos, tendo sido necessário adotar escolhas metodológicas para obtenção de resultados sobre as emissões de GEE.

Como consequência, um ponto de grande falha na agenda sobre mudança do clima foi o não desenvolvimento de um arcabouço de monitoramento das políticas de redução de emissões de GEE, contemplando memórias de cálculos, indicadores, temporalidade da apuração e seus resultados. Nesse sentido existem iniciativas pontuais distribuídas em diferentes ministérios que não interagem entre si, tais como o SMMARE (Sistema Modular de Monitoramento e Acompanhamento das Reduções das Emissões de Gases de Efeito Estufa); SIRENE (Sistema de Registro Nacional de Emissões); e a Plataforma ABC que deu origem à Nota Técnica elaborada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no âmbito do Comitê da Plataforma ABC.

Fica latente a ausência de coerência e diálogo entre o processo nacional (PNMC e seu Decreto regulamentador) e internacional (NAMAs) no que se refere à definição quantitativa dos compromissos e seus referenciais para a agenda sobre mudança do clima, o que agrava a dificuldade em termos de acompanhamento. Exemplo disso são as metas de redução de emissões que coincidem em termos globais (36,1% e 38,9%) mas diferem na projeção de emissões (*business as usual*) para 2020.

Não se deve tomar os percentuais de implementação das metas como resultado da implementação de uma atuação do estado mais bem estruturada para uma ação em relação a outra com menor grau de cumprimento. Trata-se de problemas com diferentes graus de complexidade cujas métricas de resultado não guardam convergência nem comparabilidade entre si. Para indicar se os resultados obtidos advêm de uma implementação concreta de políticas públicas seria necessário estudar caso a caso para compreender os motivos que explicam a evolução temporal dos dados.

CAPÍTULO 2: VIABILIDADE DAS METAS AGREGADAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES.

1. INTRODUÇÃO

O regime internacional sobre mudança do clima, ancorado na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), passa por um momento de transição entre duas arquiteturas de implementação divergentes, materializadas pelos seus dois instrumentos, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris. Muito embora o ano de 2020 marque a passagem de um instrumento para o outro, esse fato não ocorre de maneira estanque. Os compromissos de mitigação, financiamento, transferência de tecnologia e transparência de informações assumidos pelas Partes no período pré-2020 ainda devem levar em média três anos para serem monitorados, relatados e avaliados. O que existe, portanto, é um contínuo de implementação dos diversos compromissos observando as novas regras que vêm sendo negociadas, e que, cada vez mais, têm reduzido a diferenciação entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento.

Nesse sentido, países em desenvolvimento que, no âmbito do Protocolo de Quioto, não possuíam metas quantitativas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) passam a ter compromissos vinculantes, mais próximos daqueles dos países desenvolvidos. É bem verdade que, diferentemente da arquitetura *top-down* do Protocolo de Quioto, a arquitetura *bottom-up* do Acordo de Paris se sustenta na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) por cada uma das Partes integrantes, à luz de suas circunstâncias nacionais. Essa contribuição surge como uma das principais características inovadoras do Acordo de Paris (Nações Unidas, 2015) em relação ao instrumento que o antecedeu.

2. Cada Parte deverá preparar, comunicar e manter sucessivas contribuições nacionalmente determinadas que pretendam alcançar. As Partes devem buscar medidas domésticas de mitigação, visando alcançar os objetivos de tais contribuições. (Nações Unidas, 2015, artigo 4º, parágrafo 2º)

Muitos autores já discutiram comparativamente sobre a efetividade das abordagens *top down* (Quioto) e *bottom up* (Paris) como possíveis soluções para o enfrentamento da mudança do clima. Oran Young (2016) faz um estudo dos diversos mecanismos estruturantes que contribuíram positivamente para o alcance de resultados

positivos em outros acordos internacionais para compará-los com a realidade do Acordo de Paris. Nesse caso, o Protocolo de Montreal para Proteção da Camada de Ozônio é tomado como referência de um acordo internacional bem-sucedido. Dentre todos os aspectos que jogam a favor e contra à implementação do Acordo de Paris, sua percepção é de que a possibilidade de aumento gradativo de ambição é fundamental para obtenção de bons resultados no longo prazo. Nesse sentido, não há base suficientemente forte para afirmar que Paris tende ao fracasso. Entretanto, seu eventual sucesso deve ser percebido sob duas diferentes perspectivas, uma, em que se materializa uma disruptiva crise climática global sem precedentes, criando uma janela de oportunidade pela sensibilização da classe política; outra, em que, na ausência de uma crise global, é necessária uma revolução na conscientização social capaz de transpor os tradicionais arranjos políticos e interesses econômicos representados pelo *business as usual*. Bodansky (2016) esmiúça o contexto histórico de negociação passando por Quioto, Copenhague e Paris, seus mecanismos previstos para implementação e apresenta os temas inseridos no Acordo. Por fim, ao avaliá-lo, opina que o Acordo não resolve o problema da mudança do clima, mas quando comparado ao modelo anterior de *business as usual*, representa um avanço considerável.

Independentemente das conclusões obtidas, fato é que desde a implementação do primeiro período do Protocolo de Quioto até o primeiro ciclo de NDCs apresentadas pelas Partes à Convenção, permanecem, na pauta de mitigação global de emissões, dois *gaps*: (i) um em relação às políticas climáticas atualmente em execução pelas Partes (tomadas genericamente) *vis a vis* as metas de suas NDCs; (ii) e um *gap* do esforço coletivo projetado pela soma das NDCs *vis a vis* a redução de emissões de GEE necessárias para o atingimento da meta mais branda de conter o aumento médio da temperatura global em 2°C. Huan Wang *et al.* (2019) identificaram que mesmo com a implementação integral da parte não condicionada das NDCs presentes, a redução de emissões globais não estaria em linha com o necessário para o cenário de aumento de 2°C, permanecendo, apenas para o setor de energia um *gap* em torno de 10 bilhões de toneladas de CO₂eq apenas para o ano de 2030. Já UNEP (2018) em seu Relatório de *Gap* de Emissões informa que tomados coletivamente, os países do G20 estão no caminho para cumprir com suas metas de redução de emissões para 2020, mas estão muito aquém das metas estabelecidas pelas NDCs. Ainda, a implementação integral da parte não condicionada das NDCs representam um *gap* de aproximadamente 15 bilhões de

toneladas de CO₂eq para estar consistente com o cenário de aumento da temperatura média global de 2°C no ano de 2030. A mensagem principal do relatório é a de que os países precisam aumentar a ambição de suas NDCs assim como fortalecer a implementação de suas políticas climáticas nacionais para estar em linha com os objetivos de temperatura do Acordo de Paris.

É nessa perspectiva de diminuir e superar o *gap* de redução de emissões que o artigo 4º, parágrafo 3º do Acordo de Paris apresenta as bases para o aumento de ambição das Partes, em que cada novo ciclo de NDCs apresentada, num intervalo de 5 em 5 anos, precisa representar um esforço maior de redução de emissões em relação à anterior.

3. Each Party's successive nationally determined contribution will represent a progression beyond the Party's then current nationally determined contribution and reflect its highest possible ambition, reflecting its common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances. (Nações Unidas, 2015, pg 4)

Diversos autores (Wang, 2019; Hohne, 2017; Young, 2016) defendem que a arquitetura de Paris deve ser compreendida como um sistema de *pledge and review*, ou seja: ao considerar, conjuntamente, as Contribuições Nacionalmente Determinadas e suas consecutivas atualizações com o processo de *global stocktake*, que também deve ocorrer em um intervalo de 5 anos, forma-se um ciclo que permite a avaliação do empenho global quanto ao atingimento dos objetivos do Acordo. Essa estrutura é necessária, mas não suficiente para gerar o aumento de ambição necessária ao longo do tempo. Young (2016) destaca que se países chave, como China e Estados Unidos, não assumirem um papel de liderança, os demais podem sentir-se desestimulados ou mesmo desobrigados com o cumprimento dos processos estabelecidos no âmbito do Acordo.

Hohne *et al* (2017) também reforçam que existem muitos estudos publicados sobre o Acordo de Paris, suas regras de funcionamento, assim como o papel de apoio da pesquisa científica em limitar o aquecimento global de 1,5°C. Entretanto, pouca discussão foi produzida sobre implicações políticas e medidas necessárias para uma efetiva implementação do Acordo. Sem desconsiderar a necessidade de aumento de ambição para que as futuras NDCs estejam alinhadas com o objetivo de longo prazo de redução de

temperatura média global, os autores destacam a importância de que haja efetiva ação e implementação das políticas e medidas constantes nas NDCs apresentadas atualmente.

Os *gaps* de implementação e de ambição são consequência do persistente aumento de emissões de GEE causado por diversos fatores decorrentes das atividades humanas ao redor do globo. Desde 1997, Dietz & Rosa já demonstravam a tentativa da academia em identificar e categorizar os vetores de aumento de emissões. Dentre os vetores antrópicos descritos de forma ampla, os principais são: (i) crescimento populacional; (ii) atividade econômica; (iii) tecnologia; (iv) comportamento econômico e político; e (v) crenças. Tais vetores estão alinhados com o esforço de biólogos populacionais e ecólogos em formalizar a relação entre população, bem-estar humano e impactos ambientais. Trata-se do modelo IPAT, proposto por Paul R. Ehrlich e John P. Holdren em 1971.

$$I = P \times A \times T$$

Em que, I: impacto; P: população; A: afluência, ou renda; e T: eficiência tecnológica.

A relação descrita anteriormente endereça qualquer impacto no ambiente ocasionado pela atividade humana, sendo possível, a depender do objeto de estudo, adaptá-la conforme a necessidade de seu usuário. Embora controverso, no caso do tema mudança do clima, o modelo IPAT foi transformado na tradicional identidade de Kaya proposta pelo economista japonês Yoichi Kaya em 1997. Essa reflete um caso particular da identidade anterior, e está orientada a analisar a evolução das emissões antrópicas de GEE com foco na queima de combustíveis fósseis, sendo, portanto, objeto de maior interesse para países desenvolvidos, em função da maior representatividade das emissões vinculadas ao setor energia. Tal ponderação será retomada adiante. A identidade Kaya pode ser descrita da seguinte maneira:

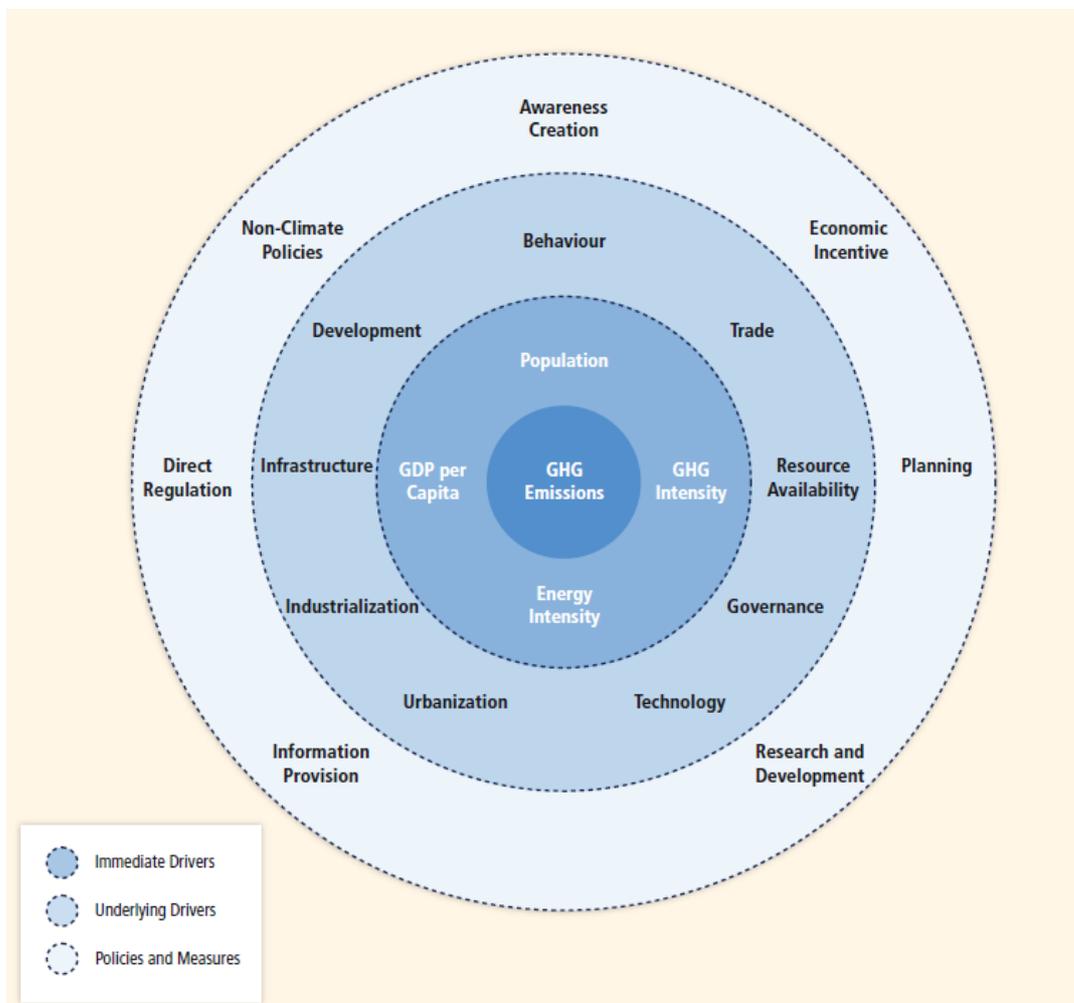
$$P \times \frac{PIB}{P} \times \frac{En}{PIB} \times \frac{Em CO_2}{En}$$

Em que, P: população; PIB: produto interno bruto; En: consumo energético primário; Em CO₂: emissões de CO₂.

Os dois primeiros termos da identidade de Kaya tratam da influência do crescimento populacional e do nível de renda, sendo, portanto, semelhantes à identidade IPAT. As duas últimas frações, que tratam de energia, têm origem a partir do ganho de eficiência tecnológica (T) do modelo IPAT, focado na eficiência energética.

O IPCC (2014) inclui no seu relatório de avaliação as duas abordagens, IPAT e Identidade de Kaya, assim como as interconexões entre emissões de GEE, os vetores imediatos e subjacentes, e políticas e medidas para enfrentamento da mudança do clima, conforme representado na figura 11.

Figura 5: Interconexões entre emissões de GEE, vetores imediatos, vetores subjacentes, e políticas e medidas.



Fonte: Fifth Assessment Report (IPCC, 2014).

Na literatura avaliada pelo IPCC (2014), em geral, os vetores são os elementos que direta ou indiretamente contribuem para as emissões de GEE. Embora não exista um consenso geral na literatura, alguns pesquisadores distinguem vetores imediatos de vetores subjacentes, em que vetores imediatos geralmente são atividades diretamente relacionadas com a geração de GEE, enquanto os subjacentes influenciam os anteriores. A adoção de políticas e medidas afeta os vetores subjacentes que, por sua vez, podem afetar os imediatos e finalmente as emissões. Não existe um método estabelecido para identificar os vetores da mudança do clima, tampouco é possível identificá-los de forma

objetiva. Atividades humanas se manifestam por uma complexa rede de interações, e, portanto, a tentativa de isolar uma causa e consequência para um fenômeno através puramente da observação científica seria pouco representativo da realidade. Assim, o termo vetor pode não indicar uma causalidade de contornos perfeitamente definidos, mas pode ser usado para orientar associações e fornecer compreensão, em termos agregados, sobre as mudanças globais de emissões de GEE.

Segundo consta no Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (2014), vários estudos da literatura acadêmica reconhecem os diversos vetores apresentados anteriormente como possíveis causas do aumento das emissões de GEE. A depender da perspectiva em cada publicação, é dado maior foco sobre determinado vetor:

- (i) Crescimento Populacional: Ehrlich and Holdren (1971); O'Neill et al. (2010);
- (ii) Crescimento Econômico: Grossman and Krueger (1994); Arrow et al (1996); Stern et al. (1996); Lim et al. (2009); Blodgett and Parker (2010); Carson (2010),
- (iii) Consumo de Energia: Wier (1998); Malla (2009); Bolla and Pendolovska (2011);
- (iv) Consumo: Morioka and Yoshida (1995); Munksgaard et al. (2001); Wier et al. (2001); Hertwich and Peters (2009);
- (v) Comércio internacional: Weber and Matthews (2007); Peters and Hertwich (2008); Li and Hewitt (2008); Yunfeng and Laike (2010); Peters et al. (2011); Jakob and Marschinski (2013); e
- (vi) Mudança Econômica Estrutural: Suh (2006); Nansai et al. (2009).

A variedade de vetores descritos não impossibilita a seleção de alguns deles como determinantes na causa do aumento de emissões de GEE. Blodgett & Parker (2010) e o IPCC (2014) avaliam que três variáveis sintetizam e explicam fortemente a variação do nível de emissões de GEE: população, renda (na forma de Produto Interno Bruto *per capita*), e intensidade de emissões (medida como tonelada emitida de GEE por milhão de dólares do PIB), que representa a transição tecnológica, ou seja, quanto maior for seu valor menos eficiente é a economia do ponto de vista da sustentabilidade pois maior é o conteúdo de emissão de GEE no PIB. À medida em que a tecnologia avança a intensidade de emissões no PIB deve diminuir.

$$\text{População} \times \text{PIB per capita} \times \text{In Em} = \text{Emissões}$$

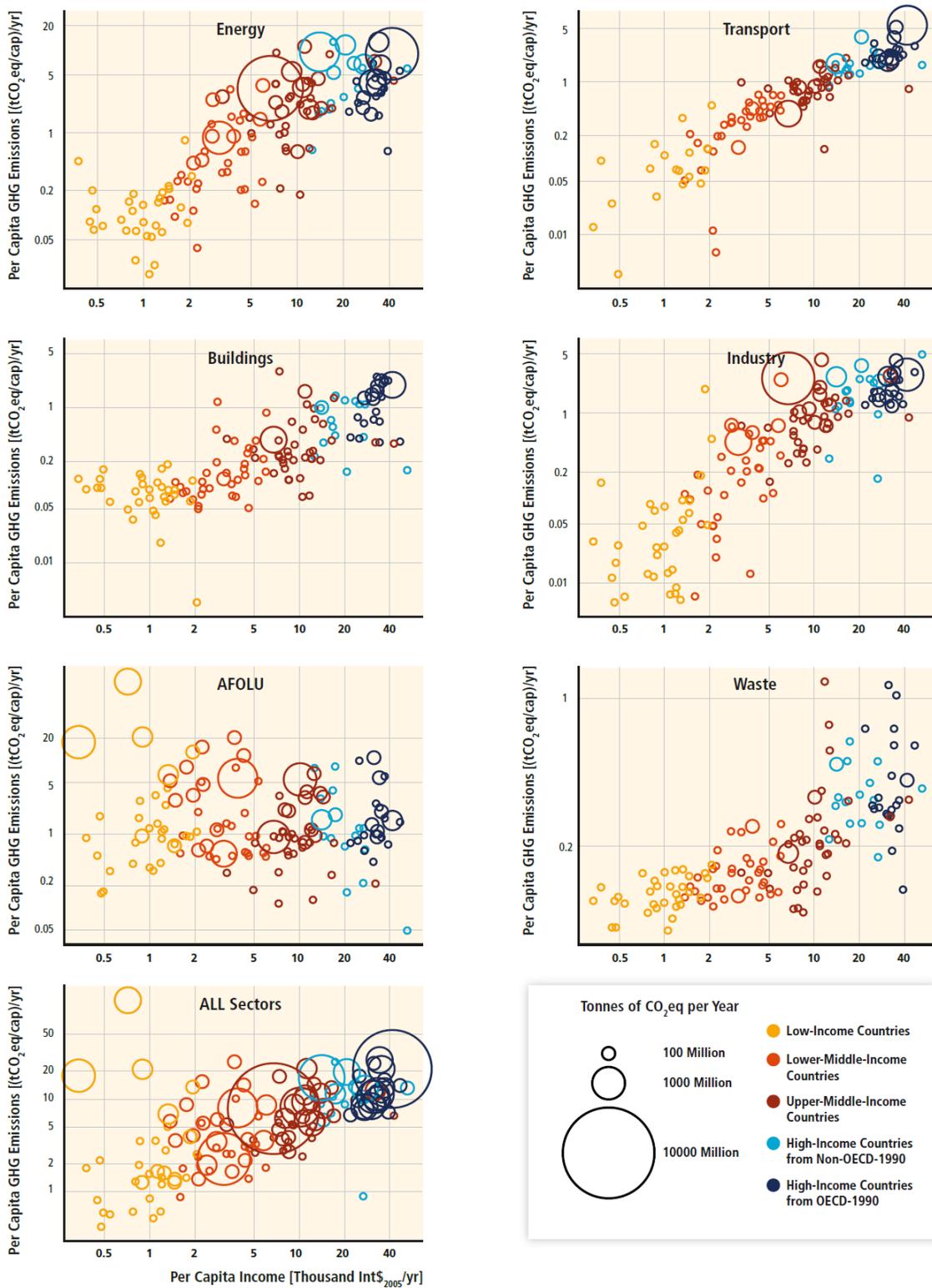
Em que, P: população; In Em: intensidade de emissões.

A identidade acima é mais genérica do que aquela proposta por Kaya, que coloca foco no setor energia. Entretanto, a identidade de Blodgett & Parker, ao tratar da

intensidade de emissões por PIB, permite contabilizar as emissões decorrentes do setor uso da terra e mudança do uso da terra sendo, portanto, mais apropriada aos países em desenvolvimento. Considerando que a população mundial ainda cresce, assim como a economia global, as emissões devem continuar subindo, a não ser que o decaimento proporcionado pela intensidade de emissões seja superior ao crescimento populacional e da atividade econômica (Blodgett & Parker, 2010).

Segundo IPCC (2014), entre 1970 e 2010 houve aumento das emissões globais de GEE em 80% tendo sido o uso de combustíveis fósseis para produção de energia o principal contribuinte desse aumento. No mesmo período a população humana cresceu de 2,7 bilhões para 6,9 bilhões. Assim, cada pessoa que nasce consome recursos energéticos, dentre outros, e agrega emissões de GEE para a atmosfera em quantidade que varia dependendo da condição socioeconômica da região em que reside. Essas variáveis (população, crescimento do PIB, e consumo) são as principais forças para o aumento das emissões de GEE. Entre 1991 e 2013, o crescimento global do PIB e o aumento de emissões guardam uma correlação positiva de 0,9. Ainda, é possível identificar forte correlação entre o aumento do PIB *per capita* e as emissões de GEE mesmo quando analisadas setorialmente, conforme a figura 12, salvo para AFOLU (do acrônimo em inglês para Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra) o qual não foi possível estabelecer uma correlação entre renda e emissões. Regra geral, observa-se uma forte correlação entre aumento de renda, crescimento populacional e aumento de emissões, principalmente para os países de renda média e alta.

Figura 6: Relação entre renda e emissões de GEE para os seis setores agregados do IPCC.



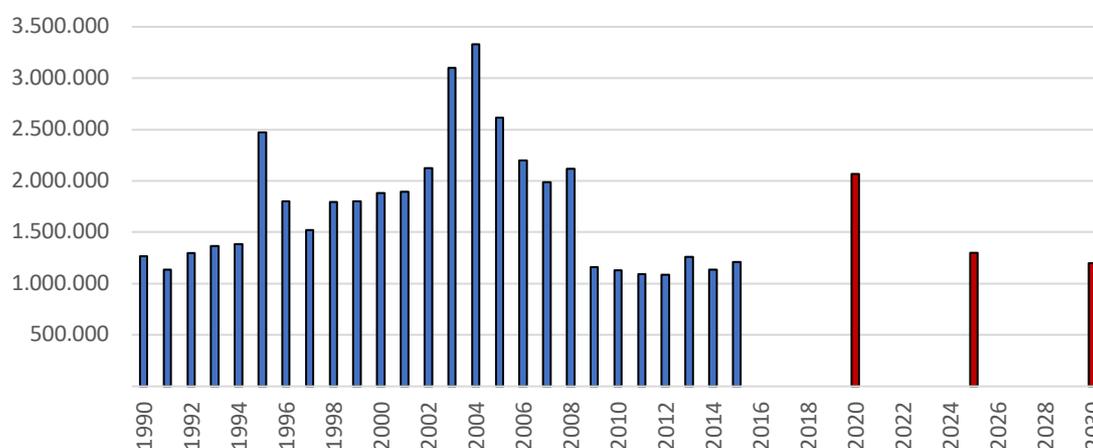
Fonte: Fifth Assessment Report (IPCC, 2014).

Após compreender que o persistente aumento das emissões de GEE tem causa nos vetores mencionados anteriormente, dentre eles, população, renda e consumo

energético, a existência de *gaps* de implementação, tratados no início deste capítulo, evidenciam que os resultados das políticas e medidas que buscam reduzir emissões estão aquém do necessário. Nesse sentido, é consenso dentro da comunidade acadêmica e entidades técnicas que atuam na agenda sobre mudança do clima que o esforço coletivo apresentado pelas Partes no âmbito do Acordo de Paris não é suficiente para o atingimento da meta de contenção da temperatura média global em bem menos de 2°C, fazendo-se necessário um aumento de ambição, processo já pavimentado pela própria natureza do Acordo e dos mecanismos nele presentes. Entretanto, o aumento de ambição precisa estar respaldado, lastreado pela implementação de políticas e medidas por cada uma das Partes, do contrário, tratar-se-á apenas de um processo de retórica e consequente postergação do problema para os próximos anos.

Para colocar em perspectiva histórica e facilitar a compreensão do problema que se pretende abordar, referente ao contexto atual de emissões brasileiras e os compromissos assumidos de redução de emissões, segue abaixo, como recurso visual, gráfico contendo o histórico de emissões agregadas do Brasil (em termos líquidos) e as metas de emissões para 2020 (definida pela PNMC), e 2025 e 2030 (definidas pela NDC).

Figura 7: Emissões de GEE e compromissos de redução de emissões para 2020, 2025 e 2030.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados das Estimativas Anuais de emissão de GEE (MCTIC, 2017) e iNDC do Brasil ao Acordo de Paris.

A meta brasileira para o pós-2020 inova em relação ao período anterior por determinar uma redução absoluta de emissões (para o conjunto da economia brasileira) de 37,5% para 2025 tendo 2005 como o ano base; e uma contribuição indicativa subsequente de 43% para 2030 tendo 2005 como ano base. A discussão sobre a

viabilidade do alcance das metas apresentadas passa pela análise e avaliação sobre seu nível de ambição, matéria em que as opiniões divergem amplamente. Quanto àquelas apresentadas no contexto do pós-2020, do lado do governo brasileiro, o próprio documento da NDC declara:

It is evident that Brazil's iNDC, while consistent with its national circumstances and capabilities, is far more ambitious than what would correspond to Brazil's marginal relative responsibility for the global average temperature increase. (BRAZIL, 2015, pg. 6)

Segundo Viola e Franchini (2018), diversos relatórios internacionais classificam a meta para 2030 como moderadamente ambiciosa. Na opinião pessoal dos autores a meta é moderada e de nenhuma maneira deveria ser classificada como “remarkable” tal qual afirmou o governo brasileiro. Os argumentos utilizados para tanto passam por: (i) não ter sido utilizado o ano de 2004 como linha de base, o máximo histórico em termos de emissões; (ii) as estimativas oficiais de tCO₂ *per capita* para 2030 estarem um pouco abaixo dos valores obtidos pelos centros internacionais de pesquisa; (iii) o incremento de fontes renováveis na matriz energética pretendido até 2030 é pequeno em relação ao ano de 2015.

As críticas anteriores, baseadas em comparações numéricas, trazem reflexões relevantes, mas que não devem ser a principal maneira de se avaliar o grau de ambição de uma NDC, uma vez que são as circunstâncias e capacidades nacionais que descrevem e colocam em perspectiva o grau de esforço necessário para atingir um determinado resultado. Em outras palavras, é necessária uma análise do grau de incerteza relacionado ao potencial de implementação das políticas e medidas que explicam as transformações da matriz de emissões de um país ao longo do tempo.

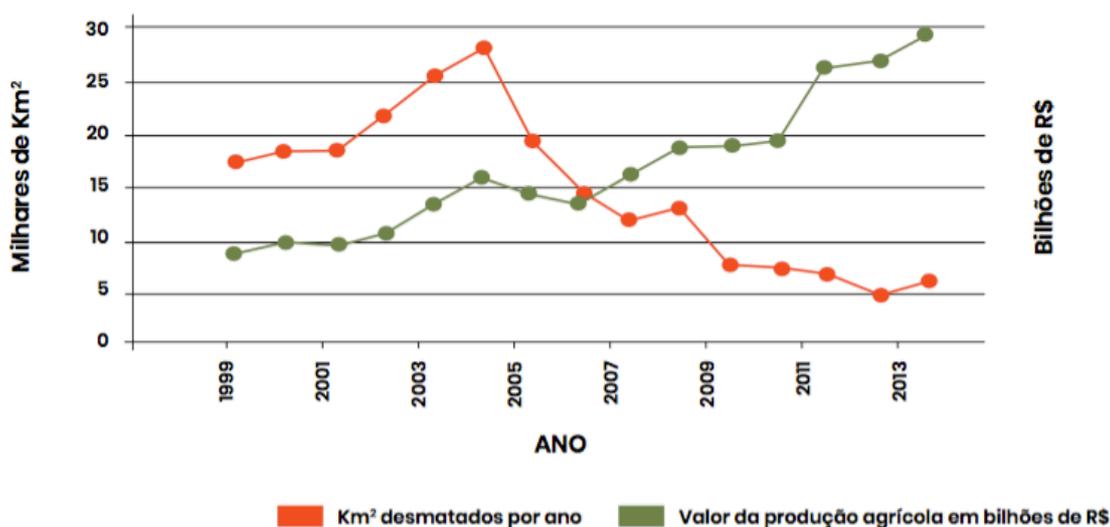
Tal perspectiva que considera o contexto da evolução histórica das emissões ao longo do tempo, está respaldada pelos estudos técnicos e acadêmicos que tratam de extrapolações de tendências como métodos prospectivos para a elaboração de cenários-base futuro. Diversas abordagens foram adotadas para projetar as emissões de CO₂ no curto e longo prazos. Essas abordagens projetam principalmente as tendências futuras baseadas em dados históricos e englobam um amplo alcance de modelos de regressão e ferramentas de análise de cenários (Hosseini *et al*, 2019). Os exemplos abaixo retratam a existência de diversos estudos acadêmicos elaborados por meio da abordagem

proporcionada pela ferramenta da extrapolação de tendências passadas como forma de prospectar cenários futuros.

Com o objetivo de prospectar as emissões de CO₂ do Irã em 2030 e compará-las com as metas planejadas para o mesmo ano Hosseini *et al*, (2019) utilizaram diversos modelos de regressão numa abordagem *business as usual*. Dong et al (2018) fizeram uso da extrapolação de tendências, apoiada pelo método dos mínimos quadrados, para projetar como será o consumo primário de energia e a participação de fontes renováveis na matriz energética, em 2030, dos dez maiores emissores de CO₂ do planeta. Nogueira et al (2018) utilizaram da extrapolação de tendências, apoiada pela regressão linear múltipla, para projetar as emissões de GEE do Brasil até 2040. Novamente, a extrapolação de tendências foi utilizada por Liobikene e Butkus (2017), apoiada pelo método dos mínimos quadrados, para projetar como será o consumo primário de energia e a participação de fontes renováveis na matriz energética, em 2030, dos dez maiores emissores de CO₂ do planeta.

Entretanto, a extrapolação de tendências não pode ser aplicada a todos os setores econômicos. Retomando a Figura 6, fica evidente a falta de correlação dos vetores população, renda e consumo, para o setor Mudança do Uso da Terra e Florestas. Em linha, Soares (2019) reforça a falta de correlação entre crescimento populacional e desmatamento no estado do Pará. No que se refere à correlação com o PIB, Abramovay (2018) conduziu estudo regionalizado no Bioma demonstrando a evolução da redução do desmatamento frente ao aumento da produção agropecuária. Para o autor, o desmatamento na Amazônia legal está diretamente associado à desigualdade fundiária. O gráfico abaixo mostra que o PIB agropecuário da Amazônia cresceu mesmo com o desmatamento em queda.

Figura 8: O PIB Agropecuário da Amazônia cresceu mesmo com o desmatamento em queda.



Fonte: Abramovay (2018).

Os anos de 2020, 2025 e 2030, marcos da PNMC e da NDC brasileira, serão o objeto de análise desta prospecção. Ao tomar o resultado agregado das emissões dos quatro setores (energia, agropecuária, processos industriais e tratamento de resíduos) e subtraí-lo dos limites de emissões estabelecidos pelos compromissos brasileiros é possível analisar, particularmente, o "espaço remanescente", de emissões reservado para o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas, já que esse não obedece a uma dinâmica de crescimento marginal como os demais.

Do ponto de vista da elaboração de relatórios técnicos, são inúmeros os documentos de planejamento e inventários de emissões que fazem projeções futuras por meio da extrapolação de tendências passadas. O recente inventário de emissões de GEE elaborado para o Distrito Federal, em 2016, e o plano de ação para redução das emissões de GEE do estado do Rio de Janeiro, em 2011, são exemplos dessa abordagem.

É em torno desse debate que se dará a abordagem deste capítulo, cujo objetivo é analisar, a partir dos dados de emissão de GEE que representam o resultado final da implementação de políticas e medidas que buscam reduzir emissões, a factibilidade do alcance das metas apresentada pelo Brasil no âmbito dos períodos pré e pós-2020. Em outras palavras, pretende-se compreender se o Brasil está em condições de cumprir com os compromissos de redução de emissões apresentados de modo a não aumentar o *gap* entre a implementação de suas políticas climáticas e a meta nela definida. É importante

reforçar que, para fins desta pesquisa, considera-se que a "contribuição indicativa subsequente" para 2030 será oficializada no ano de 2020 na rodada de aumento de ambição das partes.

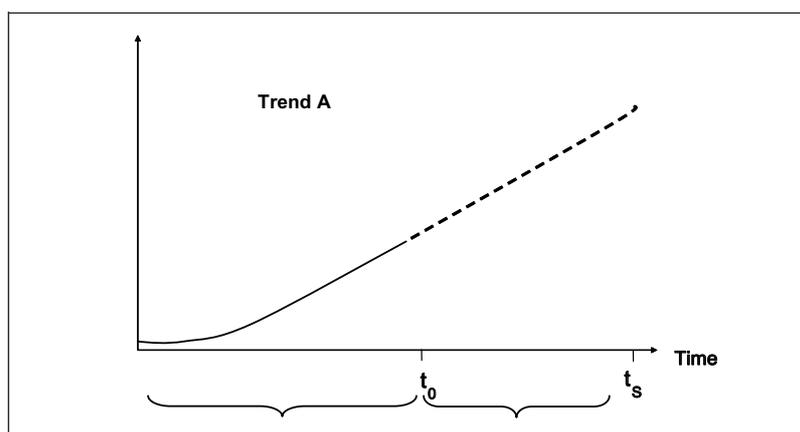
2. METODOLOGIA

No intuito de avaliar a factibilidade do alcance dos compromissos brasileiros de redução de emissões de GEE para os anos de 2020, 2025 e 2030 lançou-se mão da extrapolação de tendências, uma das técnicas existentes na família de análise de tendências para estudos prospectivos e elaboração de cenários.

Uma “tendência”, nessa relação causal, é para ser entendida como um desenvolvimento ao longo de um período de tempo, ou seja, um vetor de longo prazo de desenvolvimento em que o aumento ou diminuição de um fator de interesse acontece (por exemplo o desenvolvimento da expectativa média de vida). Quando entendido desta maneira, “tendência” é primeiramente não congruente com o uso da palavra no dia a dia, em que este fenômeno em voga (a curto prazo) é definido por “tendências”. Em segundo lugar, é também necessário distinguir esse entendimento da chamada “pesquisa de tendência”, que vê tendências como “manifestações economicamente relevantes do novo” (Kosow & Gabner, 2008, *apud* Pfadenhauer 2006).

O ponto de partida para análise de tendência é uma observação de tendências que é suportada pela coleta de informação e dados de longo prazo. Assim que são identificadas, tendências são projetadas para o futuro, isto é, futuro cursos de eventos dentro das tendências individuais são sujeitas a cálculos por meio de técnicas estatísticas.

Figura 9: Extrapolação de tendências, Business as Usual (BAU).



Fonte: Kosow & Gabner (2007).

A extrapolação de tendências produz um e somente um cenário, a linha de base esperada para o futuro. Nós chamamos esse cenário de linha de base porque é a fundação de todos os cenários alternativos. Inclusive, é o cenário mais plausível de todos porque, mesmo que surpresas possam com certeza mudar o futuro de alguma maneira, não o mudará em todas as maneiras. De fato, um dos desenvolvimentos mais

surpreendente para futuristas, repletos de mudanças e incertezas, é que as coisas geralmente não mudam tão rápido ou tão surpreendentemente como eles antecipam. A estabilidade do ambiente é o fator principal na determinação de se a extrapolação de tendências é um modelo apropriado de previsão. O conceito de "inércia do desenvolvimento" incorpora a ideia de que alguns itens são mais facilmente mutáveis que outros. Estilos de se vestir é um exemplo de uma área que contém pouca inércia. É difícil produzir previsões matemáticas confiáveis para a maneira de se vestir. Consumo de energia, por outro lado, contém substancial inércia e as técnicas matemáticas aí funcionam bem (Bishop *et al*, 2007).

Essa técnica baseia-se na premissa de que a maneira mais apropriada de visualizar os desenvolvimentos futuros se dá pela extrapolação dos desenvolvimentos passados, ou seja, baseia-se na hipótese de que as forças responsáveis pela criação do passado continuarão a operar no futuro. Por esses motivos serão considerados apenas os setores Energia, Agropecuária, Processos Industriais e Tratamento de Resíduos, agregados conforme dispõe o Inventário Brasileiro de Emissões de GEE, uma vez que o setor Mudança do Uso da Terra e Florestas possui uma dinâmica própria relacionada ao desmatamento ilegal e à desigualdade fundiária, e que não guarda correlação direta com o aumento populacional nem com o crescimento econômico do PIB.

Os dados de emissões de GEE utilizados foram retirados da 4^o Edição das Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (MCTIC, 2017) com horizonte temporal de 1990 até 2015, agregados nos setores Energia, Agropecuária, Processos Industriais e Tratamento de Resíduos. Já para as metas de emissões serão utilizados:

- (i) para 2020: o limite superior de emissões estabelecido pela Política Nacional sobre Mudança do Clima;
- (ii) para 2025: o compromisso estabelecido pela NDC brasileira; e
- (iii) para 2030: a contribuição indicativa subsequente estabelecida pela NDC. É importante reforçar que, para fins desta pesquisa, considera-se que o compromisso para 2030 seria oficializado durante o ano de 2020¹¹, conforme

¹¹ Vale mencionar que em função das consequências mundiais provocadas pela crise da COVID-19 a UNFCCC em coordenação com o Reino Unido e a Itália decidiram pelo adiamento da 26^o Conferência das Partes sobre Mudança do Clima, prevista para dezembro de 2020, para novembro de 2021. Como consequência, podem ocorrer atrasos nos processos que estavam inicialmente previstos para ocorrer antes da realização da COP-26.

Decisão 1/CP21, durante a primeira rodada de aumento de ambição previsto das Partes.

No intuito de demonstrar uma possível trajetória das emissões de 2016 até 2030 propõe-se uma extrapolação dos dados oficiais obtidos pelas Estimativas Anuais de Emissões (MCTIC, 2017) fazendo uso de uma regressão linear para cada um dos setores mencionados anteriormente à exceção do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas, cuja dinâmica das emissões não segue o mesmo padrão observado dentre os demais setores e os principais vetores que geram aumentos gradativos e incrementais das emissões. Ou seja, serão desenvolvidas quatro regressões lineares.

A análise que se pretende fazer, nesse momento, quanto à necessidade de redução de emissões provenientes do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas para que os compromissos brasileiros de redução de emissões sejam cumpridos é quantitativa, apenas. Foi utilizada a função estatística “Tendência” no *software Excel* 2018, versão 16.12. Para cada setor foi retornada a respectiva equação linear e o nível de ajuste obtido.

3. RESULTADOS DA EXTRAPOLAÇÃO DE TENDÊNCIA DAS EMISSÕES DE GEE

Com a sistematização dos dados de emissões de GEE e aplicação da técnica estatística de extrapolação de tendência foi possível conhecer as equações de regressão linear e seus ajustes para prospecção das emissões futuras conforme tabela abaixo.

Tabela 6: Regressão Linear das emissões setoriais e respectivos ajustes.

Setor	Equação	Ajuste
<i>Energia</i>	$y = 10.720x + 161.410$	$R^2 = 0,956$
<i>Agropecuária</i>	$y = 6.183x + 274.637$	$R^2 = 0,953$
<i>Processos industriais</i>	$y = 1.660,1x + 53.497$	$R^2 = 0,914$
<i>Tratamento de resíduos</i>	$y = 1.404,3x + 24.785$	$R^2 = 0,989$

Fonte: Elaboração própria.

Os dois setores mais representativos das emissões brasileiras, energia (33%) e agropecuária (31%), geraram equações com bons ajustes cujo método dos mínimos quadrados garante mais de 95% de explicação dos pontos distribuídos. A equação gerada para o setor processos industriais (7% das emissões nacionais) teve a menor qualidade de ajuste dentre as quatro regressões, mas ainda assim aceitável por explicar mais de 91% da base de dados. Já a equação gerada para o setor tratamento de resíduos (5% das emissões nacionais) teve o melhor ajuste, explicando mais de 98% das emissões projetadas. Tais resultados de ajustes revelam que há de fato uma regra, uma lógica de incremento marginal das emissões de GEE intrínseca para esses setores. Nesse momento, vale destacar que, como no período pós-2020, as metas brasileiras deixam de ser setoriais e as emissões passam a ser consideradas no contexto do conjunto da economia. Em termos práticos, ocorre um somatório das emissões descritas por cada uma das equações de tal forma que o melhor ajuste de uma regressão compense o menor ajuste de outra. Isso torna a confiabilidade agregada dos dados ainda maior pois o setor que obteve menor ajuste, processos industriais, é pouco representativo dentro do contexto da matriz de emissões brasileiras, representando 5% do total.

Adicionalmente, vale informar que foi feita a regressão linear das emissões do setor Mudança do Uso da Terra e Florestas apenas para verificar a qualidade do ajuste. Conforme esperado, independentemente do modelo de regressão utilizado, o resíduo do ajuste obtido ficou sempre inferior a 0,05 o que reforça o entendimento de que a técnica

de regressão teve boa aderência quando aplicada em setores cuja emissão cresce respeitando um padrão de incrementos marginais, diferentemente do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas que possui uma dinâmica própria, desrespeitando a lógica anterior.

Com base nas equações geradas foi possível extrapolar a tendência passada para o futuro de modo a prospectar o cenário-base de emissões para os compromissos brasileiros de redução de emissões de GEE para o ano de 2020, 2025 e 2030. A tabela que contém os dados de emissões ano a ano encontra-se em anexo.

A Tabela 7 apresenta as emissões projetadas pelo método descrito anteriormente, exceto para o setor florestal, vis a vis os marcos estabelecidos pela Política Nacional sobre Mudança do Clima e pela Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris.

Tabela 7: Emissões projetadas (em bilhões de toneladas de CO₂eq) versus metas dos compromissos de redução de emissões.

	2020	2025	2030
<i>Metas estabelecidas</i>	2,068*	1,3	1,2
<i>Emissões projetadas**</i>	1,133	1,233	1,332

Fonte: Elaboração própria.

* *Tal nível de emissões representa a menor redução esperada dada pela PNMC equivalente a 36,1%; e*

** *Emissões projetadas pela extrapolação de tendência sem considerar o setor florestal.*

Comentários sobre o atingimento da meta prevista para 2020 foram abordados no capítulo anterior, principalmente, sob a perspectiva de estudos do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada (IPEA) e do Observatório do Clima. Portanto, a análise aqui será breve no sentido demonstrar que existe grande “espaço remanescente” para as emissões do setor florestal serem contabilizadas e ainda assim permitir que o Brasil fique dentro do limite planejado para o período pré-2020. A discussão em maior profundidade dos resultados obtidos será feita em seção posterior.

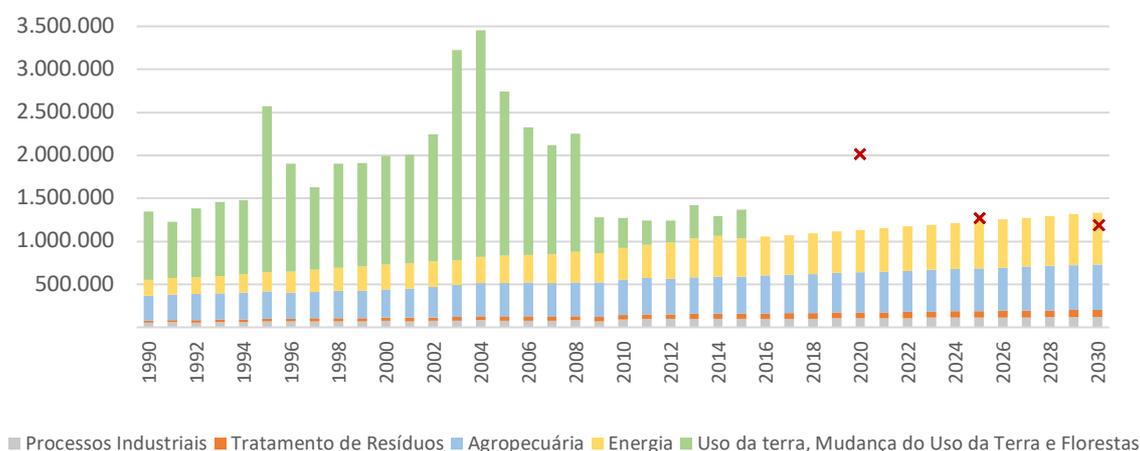
Para o ano de 2025, primeiro período de cumprimento de meta da NDC brasileira, é possível observar um consumo de quase 95% do espaço para as emissões brasileiras. Isso se deve, primeiramente, pelo aumento das emissões projetadas para o

setor energia, cuja equação de regressão possui o maior coeficiente angular, e em segundo lugar, pelo aumento de emissões do setor agropecuário. Nesse futuro cenário, há pouco espaço remanescente para as emissões do setor florestal, algo em torno de 70 milhões de toneladas de CO₂eq, valor esse nunca alcançado pelo Estado brasileiro. A título de comparação, em 2014, menor registro histórico de emissões provenientes do setor Mudança do Uso da Terra e Florestas, foram emitidas 234 milhões de toneladas de CO₂eq.

Para o ano de 2030, que representa a contribuição indicativa subsequente da NDC brasileira ao Acordo de Paris, observa-se um aumento ainda maior da pressão causada pelos demais setores, levando a um nível agregado de emissões superior ao permitido pela NDC. Na prática, isso significa que o setor florestal brasileiro é obrigado a operar de tal forma que suas remoções sejam maiores do que suas emissões, seja pela redução do desmatamento ilegal ou pelo aumento significativo das remoções advindas do processo de reflorestamento, regeneração natural e recomposição florestal.

Ao plotar os dados obtidos em um gráfico com todos os compromissos de redução de emissões de GEE para os períodos pré-2020 e pós-2020 obtém-se o seguinte resultado.

Figura 10: Projeção de emissões separadas setorialmente até 2030 e, marcadas em x, as metas do pré-2020 e pós-2020.



Fonte: Elaboração própria., com dados da 4 Estimativa de Emissões (MCTIC, 2017)

Finalmente, cabe destacar que os resultados obtidos com a extrapolação de tendências, além de coerentes do ponto de vista estatístico, também guardam coerência com o planejamento feito pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2015, durante a

elaboração da NDC. O documento “Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC” contém as premissas metodológicas e as modelagens setoriais realizadas para prospectar o aumento das emissões de GEE até 2030. Por exemplo, no setor de energia considerou-se os dados fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética em seu Plano Energético Nacional de 2015:

- Biodiesel B7 em 2025 e B10 em 2030;
- Produção de etanol em 2025: 45 bilhões de litros;
- Produção de etanol em 2030: 54 bilhões de litros; e
- Duas usinas nucleares até 2030.

Ao comparar as emissões projetadas pelo Ministério do Meio Ambiente com aquelas desenvolvidas nesta pesquisa é possível perceber que, em termos absolutos, a diferença existente é desprezível, equivalente a 0,4% para o ano de 2025 e de 0,9% para 2030. Em termos setoriais as diferenças residem no fato de que o setor de energia, pela regressão linear (RL), retornou valores menores do que aqueles planejados pelo MMA, o que foi compensado pela somatória das emissões nos demais setores. Tal fato revela um cenário em que o Brasil, nos próximos 10 anos, necessitará passar por uma alteração na sua matriz de emissões, de forma que o setor energia assuma a figura do maior emissor brasileiro.

Tabela 8: Estimativa de emissões para 2025 e 2030 (em milhões de toneladas de CO₂eq)

	2025			2030		
	MMA	RL	(MMA-RL)	MMA	RL	(MMA-RL)
Energia	598.000	547.000	51.000	668.000	600.000	68.000
Agropecuária	470.000	497.000	-27.000	489.000	528.000	-39.000
Processos Industriais	98.000	113.000	-15.000	99.000	121.000	-22.000
Tratamento de Resíduos	61.000	75.000	-14.000	63.000	82.000	-19.000
TOTAL	1.227.000	1.232.000	-5.000	1.319.000	1.331.000	-12.000

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MMA (2015).

Entende-se que os resultados alcançados já demonstravam respaldo e significância estatística, e que ao compará-los, no agregado, com a estimativa de emissões do MMA (2015) também são significativos em termos políticos ao retratar um contexto com números praticamente idênticos à modelagem realizada pelo governo brasileiro.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando todos os resultados obtidos até o momento é possível inovar em itens de discussão, assim como ampliar reflexões já iniciadas.

4.1. Período pré-2020. Emissões do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas e a meta para 2020.

No intuito de analisar os dados mais atuais sobre as emissões brasileiras frente ao primeiro marco temporal de meta de redução de emissões, propõe-se considerar os resultados obtidos com a extrapolação de tendências somado aos resultados de emissões do setor florestal obtidos no capítulo anterior. Conforme mencionado, a extrapolação de tendência não englobou o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas devido à ausência de correlação com vetores que geram incremento gradativo das emissões (ABRAMOVAY, 2018; e SOARES, 2019). Entretanto, é possível considerar as emissões provenientes do desmatamento na Amazônia Legal e no Cerrado ocorridos em 2019 ao replicar o método de cálculo realizado no capítulo 1 como uma aproximação subestimada.

As emissões de CO₂ do setor Mudança do Uso da Terra Florestas ocorrem principalmente pelo desmatamento e outras mudanças de uso da terra. Diante de uma conversão de floresta para uso agrícola ou pecuário, parte da biomassa original é retirada na forma de madeira comercial, como lenha para fabricação de carvão vegetal, ou para uso como combustível com diversas finalidades. O restante dessa madeira é normalmente deixado no campo e queimado. Uma vez que essa queima é imperfeita, ocorrem emissões de gases de efeito estufa, como CH₄, N₂O, CO e NO_x. Já as remoções de CO₂ ocorrem pelo reflorestamento, crescimento de vegetação secundária, e pelas florestas primárias em áreas consideradas manejadas que, no Brasil, referem-se a terras legalmente constituídas (Áreas de Conservação, Parques Federais, e Terras Indígenas demarcadas). Somente para este setor são estimadas remoções de CO₂ (quando há crescimento da vegetação, com a transformação de CO₂ em carbono fixado e liberação de oxigênio, pelo processo de fotossíntese), além de emissões de CO₂ (quando há perda de carbono para a atmosfera, pelo processo de oxidação). Por isso, para este setor, aparecem expressões como “emissões brutas”, “remoções” e “emissões líquidas” de CO₂ (MCTIC, 2017).

Entretanto, cabe trazer para a discussão que, tal procedimento, de separar as emissões do setor Mudança do Uso da Terra e Florestas em brutas e líquidas não está de acordo com as guias IPCC e com o tratamento dado no âmbito da UNFCCC. Os Manuais

do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima categorizam o total de emissões de gases de efeito estufa em dois tipos: com Mudança de Uso da Terra e Florestas e sem Mudança de Uso da Terra e Florestas. Portanto, os referidos Manuais, que têm como base a melhor ciência disponível, não contêm nenhuma diretriz que determine a contabilidade de emissões brutas e líquidas.

Segundo MMA (2018), explicitar as emissões brutas de gases de efeito estufa, além de não estar em linha com o IPCC, não faz sentido em termos técnicos ou políticos, uma vez que minimiza um relevante diferencial do Brasil em relação ao perfil de emissões de gases de efeito estufa em comparação com outros países. Ou mais grave, deixa-se de utilizar uma vantagem comparativa que outros países com menor remoção de dióxido de carbono da atmosfera, quando comparados ao Brasil, têm utilizado.

Adicionalmente, é preciso ter claro que as emissões calculadas no capítulo anterior representam apenas uma parte das emissões de todo o setor Mudança do Uso da Terra e Florestas, por não considerar: (i) emissões provenientes dos demais Biomas brasileiros (Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa); e (ii) emissões de outros gases de efeito estufa além do CO₂, chamados gases não- CO₂.

Ao considerar o pressuposto de que os mesmos níveis de desmatamento de 2019 se repetiriam em 2020, estes representarão uma emissão adicional de aproximadamente 624 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, conforme memória de cálculo abaixo.

Para a Amazônia:

$$(1.012.900 \text{ ha}) \times 132,3 \frac{tC}{ha} \times \frac{44}{12} = 491.357.790 \text{ tCO}_2eq$$

Para o Cerrado:

$$(648.300ha) \times 56,1 \frac{tC}{ha} \times \frac{44}{12} = 133.355.310 \text{ tCO}_2eq$$

Portanto, ao considerar apenas as emissões brutas desses dois Biomas, que representam a maior parte das emissões do setor, a totalidade das emissões brasileiras atingiria, em 2020, aproximadamente 1,757 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente. A título de detalhamento, as emissões de CH₄ e N₂O representam menos de 5% das emissões de CO₂, sendo praticamente irrelevantes no contexto do setor. Ainda, ao considerar as

remoções promovidas pelas florestas, essas emissões adicionais serão menores do que o estimado.

Dessa forma, com as ressalvas aqui descritas, o Brasil cumpriria, no agregado, a meta de redução de emissões para 2020 ficando abaixo do limite mínimo de emissões estabelecido pela Política Nacional sobre Mudança do Clima. Esse resultado encontra respaldo em diversos relatórios técnicos. Especialistas entendem, da mesma maneira, que o Brasil alcançará a meta agregada para 2020 (FEKETE et al., 2013; UNEP, 2014; ROELFSEMA et al., 2014, IPEA, 2018).

Muito embora não seja o objetivo deste capítulo analisar qualitativamente os cenários futuros relacionados aos setores da Política Nacional sobre Mudança do Clima, é importante mencionar que a tendência de alta do desmatamento que vem ocorrendo desde 2012 e mais pronunciadamente a partir de 2018, podem levar a uma nova máxima de desmatamento na Amazônia Legal em 2020, prejudicando o alcance da meta agregada brasileira. Maiores considerações sobre este setor devem ser objeto do capítulo 3 desta pesquisa.

Já Angelo & Rittl (2019), autores de publicação institucional do Observatório do Clima, com base em dados de emissões não oficiais produzidos pelo Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa, SEEG, indicou que em 2017 foram emitidos um total de 2,070 bilhões de tCO₂eq. Projetando a média das emissões entre 2010 e 2017 para 2020, espera-se alcançar a marca de 2,115 bilhões de tCO₂eq, resultado maior do que o menor limite de ambição para 2020, definido como 2,068 bilhões de tCO₂eq. Aqui vale ressaltar que o Observatório do Clima opta por indicar as emissões brutas, muito embora não haja previsão no âmbito das guias do IPCC, sem considerar o papel de remoção desempenhado pelas florestas, de aproximadamente 0,5 bilhões de tCO₂eq. Feita a consideração anterior, Angelo & Rittl (2019) continuam sua análise na linha de que se a meta para 2020 parece difícil de ser alcançada, a meta da NDC está ainda mais distante. Para alcançá-la seria necessário uma nova política e estrutura de governança para a agenda sobre mudança do clima, assim como evitar retrocessos em regulamentações ambientais que evitem novas emissões de GEE provenientes do setor florestal e de uso da terra.

Já Viola e Franchini (2018) apresentam entendimento de que o governo brasileiro recorrentemente utiliza o cenário superestimado para as emissões de 2020 e a zona de amortecimento criada pelos resultados alcançados na redução do desmatamento

na Amazônia Legal para se comprometer apenas com metas cujo alcance esteja garantido, conforme se observa no seguinte trecho:

The core of the plan was its deforestation reduction goal: in 2017 it was to be 80% below the annual average of the 1995-2005 period, which was extremely high, at around 20,000km². It is interesting to note that the level of deforestation at the time of the Plan's announcement was already halfway to the 2017 target, that is 12,900km². This development is important because it would become a main feature of every forthcoming Brazilian mitigation commitment, both domestic and international. The country would use overestimated BAU scenarios and explore the emissions reduction buffer zone created by already ongoing drastic decrease in forest emissions in coming up with its targets. Because of this, Brazil was committing to achieving targets that were already guaranteed and, accordingly, was pledging to deploy almost no additional mitigation efforts. (Viola e Franchini, 2018, p. 116).

Pelos resultados encontrados cabe oferecer uma reflexão mais divergente em relação à anterior. É ponto de convergência que as projeções *business as usual* para o ano de 2020 foram superestimadas, entretanto há que se discordar quanto à garantia de alcance das metas de redução de emissões apresentadas pelo governo brasileiro. Na medida em que o desmatamento na Amazônia sofre uma reversão da tendência de queda até 2012, retomando a patamares acima de 10.000 km², a mencionada zona de amortecimento começa a diminuir, não sendo mais possível garantir que todos os compromissos brasileiros de mitigação de emissões sejam alcançados. Essa mesma discussão será feita para o período pós-2020 no próximo item.

4.2. Período pós-2020.

Atualmente, os combustíveis fósseis respondem por mais de 85% do consumo energético primário global, por isso as possibilidades de redução das emissões de GEE provenientes dessa fonte são imensas. A extração, processamento, distribuição e o uso de combustíveis fósseis representam a maior fonte de emissão antropogênica de CO₂, sendo este o principal gás tratado nas negociações sobre aquecimento global. Diversas possibilidades transformacionais estão disponíveis ao setor, tais como: aumento da

eficiência energética, tecnologias inovadoras para barateamento da produção de componentes utilizados nas fontes renováveis, aumento da participação de fontes renováveis, e reeducação do consumo. Essa é a principal razão para a existência do nexo entre clima e produção e consumo de energia (IPCC- AR4 Synthesis Report, 2014).

O Brasil possui uma das matrizes energéticas e elétricas mais limpas do planeta. Em 2018, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 416,1 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, sendo a maior parte (192,7 Mt CO₂eq) gerada no setor de transportes. Em termos de emissões per capita, cada brasileiro, ao produzir e consumir energia em 2018, emitiu em média 2 tCO₂eq, ou seja, cerca de 7,5 vezes menos do que um americano e 3 vezes menos do que emite um europeu ou um chinês de acordo com os últimos dados divulgados pela Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) para o ano de 2016. A economia brasileira permanece sendo, em média, 17% menos intensiva em carbono que a economia europeia, 48% menos do que a economia americana e 68% vezes menos do que a economia chinesa (IEA, 2016). O setor elétrico brasileiro emitiu, em média, apenas 88,0 kg CO₂ para produzir 1 MWh, um índice muito baixo quando comparado com países da União Europeia, EUA e China. (EPE, 2019).

Ainda, segundo dados extraídos do Balanço Energético Nacional (EPE, 2019) as fontes renováveis representam 45,3% da matriz energética brasileira, enquanto a média mundial é de 13,7% e a média dos países integrantes da Organização para Cooperação e Desenvolvimento econômico (OCDE) é de 9,7%. As principais fontes renováveis são: biomassa de cana com 17,4%; hídrica com 12,6%; lenha e carvão vegetal com 8,4%; e demais renováveis com 6,9%. No Brasil, o setor de transportes, de carga e de passageiros, consumiu 32,7% da energia produzida em 2018, passando à frente do setor indústria que representou 31,7% do consumo. Ao analisar a participação de renováveis sob a ótica da matriz elétrica os números ficam ainda mais favoráveis ao Brasil uma vez que essas fontes representam 83,3% da produção elétrica, enquanto a média mundial gira em torno de 24%, e países da OCDE em 23,7%.

Pasqual *et al* (2016) entendem que a redução das emissões de GEE pode, certamente, ser obtida pela diminuição do consumo energético. Entretanto, o compromisso indicativo de redução de emissões assumido pelo Brasil para 2030 é tão ambicioso que alcançá-lo apenas por meio dessa estratégia causaria sérios danos à produtividade econômica e à qualidade de vida da população. Mantidos constantes os

mesmos percentuais de participação de renováveis na produção energética, e a mesma taxa de crescimento populacional das últimas quatro décadas, isso ainda representaria uma redução de emissões *per capita* de 72% a 53%. Embora tal redução seja difícil de se alcançar o uso eficiente de energia, campanhas de sensibilização quanto ao uso consciente, e uma forte atuação governamental para legalizar incentivos e sanções com foco no resultado ambiental podem contribuir para o alcance das metas propostas. Ainda, finaliza sua análise sobre o futuro do setor com três grandes questões que precisam ser discutidas para alcance de uma redução real nas emissões: i) a necessidade de financiamento para a transição energética; ii) a participação dos setores econômicos interessados na tomada de decisões e definição de seus mecanismos de transparência; e iii) que as políticas reconheçam a complexidade do nexo energia-água-clima e os padrões demográficos do consumo.

Já o Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (EPE, 2019) deixa claro que não se espera obter uma redução real de missões. Em suas palavras:

“O Brasil ainda tem um caminho longo a percorrer para atingir padrões socioeconômicos comparáveis aos de países desenvolvidos. Por esse motivo, o consumo de energia per capita deverá aumentar consideravelmente até 2030, não sendo esperada tendência de redução das emissões do setor de energia, pelo contrário. O total de emissões ao longo do horizonte decenal é crescente, refletindo a perspectiva de crescimento econômico do país. Em 2029, as estimativas para a trajetória de referência indicam o montante total de 514 MtCO_{2e}. A tendência é de aumento das emissões em todos os setores e a expectativa é de que a distribuição de emissões por setor não se altere significativamente ao longo do horizonte.” (EPE, 2019, pg. 265)

Ao retomar os dados de participação de renováveis na matriz energética e elétrica brasileira, assim como a intensidade de emissões por habitante e pela produção energética percebe-se que, diferentemente do contexto global, o Brasil já possui uma matriz energética e elétrica bastante limpa, o que torna o ganho incremental de participação de renováveis cada vez mais difícil.

Se o ano de 2020 apresenta um cenário com alto grau de probabilidade de cumprimento da meta agregada de emissões, o mesmo já não pode ser dito para os

compromissos do período pós-2020, segundo os resultados obtidos no item anterior. Ao contabilizar a emissão de todos os quatro setores agregados (energia, agropecuária, resíduos e indústria) o “espaço remanescente” para as emissões de todo o setor florestal em 2025 será de, aproximadamente, 70 milhões de toneladas de CO₂eq, demonstrando que será necessário trabalhar em um equilíbrio tênue entre duas vertentes de atuação da política pública daquele setor para alcance da meta, a saber: combate ao desmatamento ilegal; e remoção de GEE por qualquer das formas existentes (regeneração natural, recomposição e restauração florestal, e manutenção de estoques florestais).

Sobre o alcance das metas da NDC, o IPEA (2019) entende que o Brasil está em situação favorável para alcançar a meta de 2025, definida pela NDC, e que o Brasil só não a atingirá se ocorrer grande reversão de tendência. Já o alcance da meta da NDC para 2030 requer maiores esforços. Nogueira (2018) após projetar, numa abordagem *business as usual*, futuras emissões de GEE para o Brasil entende não ser possível afirmar se o Brasil poderá ou não cumprir suas metas estabelecidas no âmbito do Acordo de Paris, visto a complexidade em torno dessa questão que envolve múltiplos agentes, interesses políticos e outros ainda, que permeiam as relações internacionais.

Em seu sétimo relatório analítico o SEEG (2019) conclui que se a meta agregada estabelecida para o pré-2020 está no limite para seu cumprimento, a NDC não tem nem sequer instrumentos para seu alcance. Em sua análise, o Brasil entra no ciclo da NDC com emissões em alta, sem que o governo tenha apresentado um plano para sua implementação e sem as estruturas de governança responsáveis pelo seu cumprimento.

Retomando a citação de Viola e Franchini (2018) sobre a garantia de alcance de metas brasileiras de redução de emissões a partir dos resultados do setor Mudança do Uso da Terra e Florestas cabe aqui a ressalva em contrário, uma vez que os resultados deste capítulo indicam a insuficiência e inexistência dessa garantia, principalmente para os compromissos do período pós-2020. A dinâmica das emissões brasileiras para esse período indica que os demais setores ocuparão quase a totalidade do “espaço” de emissões disponibilizado pela meta da NDC para o ano de 2025, e que em 2030 sua emissão será superior à meta prevista, sendo condição necessária para o alcance das metas brasileiras que se avance significativamente na implementação de políticas e medidas no setor florestal. Isso significa a realização de esforços adicionais para extinguir o desmatamento ilegal, e fomentar em larga escala a atividade de recuperação florestal para que a zona de amortecimento mencionada pelos autores seja, não apenas mantida, mas ampliada. Como

consequência, a tentativa de qualificar o grau de ambição da NDC brasileira levando em consideração aspectos como: redução de emissões, emissões *per capita*, entre outros, parece insuficiente. A ambição de uma NDC deve ser avaliada em função do esforço necessário para implementar as políticas e medidas que proporcionarão as transformações da matriz de emissões de um país ao longo do tempo. Pelos resultados demonstrados nesse capítulo, o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas encontra-se pressionado em relação aos demais, pois é ele que, em última instância, irá indicar se a NDC será ou não cumprida. Essa discussão reforça a necessidade de olhar para as duas frentes de atuação no setor, controle do desmatamento ilegal e promoção da atividade de reflorestamento.

Segundo Bustamante (2020), ao alcançar, em 2004, o segundo maior registro histórico de desmatamento na Amazônia Legal o governo brasileiro colocou em implementação o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). O Plano focava em instrumentos de gestão e uso do território, por exemplo: expansão de áreas protegidas, regularização fundiária, comando e controle por meio de aprimoramentos nos sistemas de monitoramento por imagens de satélites, suspensão de créditos públicos para municípios com altas taxas de desmatamento. Ainda, em 2008, o Brasil criou o Fundo Amazônia, uma estrutura de captação de recursos vinculados ao instrumento de REDD+, como forma de promover o desenvolvimento de práticas florestais sustentáveis, culminando em 2012 com a menor taxa de desmatamento da história, 4.571 km². O PPCDAm é considerado uma referência para a articulação de políticas públicas de conservação e desenvolvimento florestal sustentável, sendo atribuído a ele grande parte do declínio da emissões a partir de 2008.

Considerando, desde 2012, os recorrentes aumentos na taxa do desmatamento na Amazônia Legal o Brasil está na contramão do percurso que precisa seguir para alcançar sua meta de redução de emissões de GEE assumida no âmbito do Acordo de Paris. O efetivo controle do desmatamento é condição necessária, basilar para alcance dos compromissos brasileiros no âmbito do período pós-2020. Nesse sentido, a substituição do PPCDAm, em 2020, por outra iniciativa apresentada como alternativa ao controle do desmatamento ilegal é vista com preocupação por pesquisadores e entidades não-governamentais. Na frente de atuação relacionada à promoção da atividade de reflorestamento é de onde se espera obter a outra parte dos resultados necessários para alcance dos compromissos brasileiros no âmbito do pós-2020. Do ponto de vista de políticas públicas, essa atividade desenvolveu-se menos do que a anterior, muito embora

haja exemplos na direção correta, tais como a destinação de recursos de conversões multas ambientais aplicadas pelo Ibama em serviços ambientais. Em 2018 foi publicado o primeiro edital de chamamento de projetos no valor de 1 bilhão de reais, aproximadamente três vezes todo o orçamento daquele órgão, que para o ano de 2018 ficou em 360 milhões de reais (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

É em função do contexto descrito anteriormente que deve ser analisado o grau de ambição de uma NDC. No caso concreto, a redução das emissões provenientes do desmatamento ilegal na Amazônia não está garantida uma vez que os recentes dados indicam retorno e tendência de aumento do desmatamento. Como consequência, é necessário retomar o controle do desmatamento ilegal e aprofundar ainda mais os resultados alcançados em 2012 caminhando em direção à sua completa eliminação. Considerando que o cumprimento da NDC brasileira depende da implementação de políticas e medidas que exigirão enorme esforço por parte do poder público ao longo dos próximos 10 anos, ela deve ser considerada como elevado grau de ambição.

5. CONCLUSÕES

Considerando a diferença dos limites de emissão impostos pelas metas para 2020 e para o pós-2020, existe uma diferença de aproximadamente 800 milhões de tCO₂eq que deve ser reduzido num período de 5 a 10 anos. Trata-se de um compromisso ambicioso não apenas em função do desafio de redução de emissões, mas sim pela dificuldade de implementar as políticas e medidas que entregarão os resultados necessário, sendo, no caso brasileiro, aquelas vinculadas ao setor Mudança do Uso da Terra e Florestas.

Tais resultados, reforçados por aqueles obtidos no capítulo 1, convergem para o entendimento de que a meta agregada do pré-2020 é fraca e subestimada por considerar uma projeção de emissões muito acima do razoável. Em contrapartida, a meta do pós-2020 é de difícil cumprimento por colocar a responsabilidade de seu alcance no setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas, o único capaz de produzir redução real de emissões.

Considerando que não há expectativa de redução real das emissões de GEE nos quatro setores agregados (energia, agropecuária, indústria e gestão de resíduos), é imperativo que o Estado brasileiro reforce e amplie as políticas públicas de combate ao desmatamento ilegal e de reflorestamento no setor de mudança do uso da terra e florestas para que esse possa entregar os resultados necessários ao alcance dos compromissos para o pós-2020.

Análises qualitativas mais detalhadas sobre as políticas públicas voltadas ao setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas devem ser realizadas para compreender se ele está adequadamente estruturado para aportar os resultados necessários ao alcance dos compromissos do pós-2020.

CAPÍTULO 3: POTENCIAL DE REMOÇÃO DE CO₂ DO SETOR MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA PELA RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RESERVA LEGAL

1. INTRODUÇÃO

É oportuno iniciar este capítulo final estabelecendo a conexão, a linearidade de raciocínio desta pesquisa de mestrado, retomando os resultados e conclusões obtidos nos capítulos anteriores. Inicialmente, cabe recordar que diversas políticas e medidas foram planejadas para evitar o aumento descontrolado de emissões de GEE nos diversos setores da economia brasileira. O setor energia já possuía uma taxa alta de fontes renováveis sendo, portanto, menos intensiva em carbono em relação à média mundial (EPE, 2019; IPEA, 2020). O setor agropecuário, por meio das tecnologias do Plano ABC, alcançou resultados significativos de redução de emissões em seus processos produtivos (IPEA, 2020). No setor florestal foi possível reduzir o desmatamento na Amazônia Legal em aproximadamente 64% entre 2004 e 2019. Tais medidas, conforme resultados obtidos no primeiro capítulo, contribuíram para uma redução de emissões absolutas no Brasil para o período pré-2020.

Entretanto, os estudos analisados e os resultados alcançados no segundo capítulo conduzem ao entendimento de que não há expectativa de redução real das emissões de GEE nos setores energia, agropecuária, indústria e gestão de resíduos para o período pós-2020 e que, conseqüentemente, o alcance de suas metas dependem necessariamente da redução de emissões provenientes da mudança do uso da terra e florestas, único capaz de gerar uma redução real, líquida, de emissões, seja pela diminuição do desmatamento ilegal, seja pela remoção de CO₂ da atmosfera via recomposição florestal, sendo esta última atividade o tema central deste capítulo.

O resultado alcançado, de que o setor florestal esteja sendo demasiadamente pressionado para entregar os resultados necessários para o cumprimento dos compromissos brasileiros de redução de emissões de GEE, encontra respaldo em Viola e Franchini (2018) que, inclusive, vão além ao estendê-lo não apenas para os compromissos na NDC, mas também para os compromissos do período pré-2020 conforme a seguinte reprodução.

Accordingly, all major mitigation policies and commitments that have been taken by Brazil since 2008 – the National Climate Plan of 2008, the climate law, the Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) of 2009, and the 2015 Intended Nationally

Determined Contribution (iNDC), were all based on mitigation “buffer zone” provided by the success of the country’s forest protection. (Viola e Franchini, 2018, p. 103)

Tal opinião é reforçada por CEBDS (2017) em que a possibilidade de alcance da meta brasileira de redução de emissões para 2025 está baseada, sobretudo, numa redução expressiva das emissões provenientes da mudança do uso da terra e florestas, categoria que alcançou seu pico em 2004 e que concentra, historicamente, o maior volume de emissões de GEE do País. Ainda reitera o entendimento de que em 2030 as remoções de GEE por florestas precisam superar as emissões pelas mudanças de uso da terra e desmatamento ilegal, resultando em emissões líquidas negativas nesse setor.

É a possibilidade de remover carbono da atmosfera (quando há crescimento da vegetação, com a transformação de CO₂ em carbono fixado, e liberação de oxigênio pelo processo de fotossíntese) e gerar emissões líquidas negativas que tornam o setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas imprescindível no enfrentamento da mudança do clima no País. Nesse sentido, é relevante aprofundar o conhecimento sobre o efeito do processo de fotossíntese na perspectiva da contabilidade global de emissões. Ou seja, faz sentido, no caso brasileiro, aprofundar a discussão sobre o potencial de contribuição de redução de emissões de GEE do setor florestal.

Os conceitos *sink* (sumidouro) e *carbon stock* (estoque de carbono) dizem respeito a características de processos ecológicos do setor florestal, que influenciam na contabilidade do ciclo global do carbono. Segundo Mackey *et al.* (2013), o termo *sink* sempre remete a uma remoção líquida de carbono da atmosfera, ou seja, representa um fluxo no sistema, cuja representação envolve unidades de massa/tempo. Nesse sentido, oceano, biomassa da superfície terrestre e os solos são considerados *sinks*, pois estão removendo parte do CO₂ emitido pelas atividades humanas, muito embora parte dessa captação tenha um efeito transitório, conforme veremos posteriormente. Por outro lado, *carbon stock* se refere à capacidade de armazenamento, não transitória, representando, portanto, um estoque cuja representação se baseia apenas em uma unidade de massa. O impacto gerado pela mudança do uso da terra deve ser compreendido e reportado como uma redução nos estoques de carbono presentes na biomassa florestal e no solo.

Ainda, os mesmos autores declaram que quando uma floresta é replantada, num primeiro momento ela funciona como um sumidouro, uma vez que a captação líquida de CO₂ devido à fotossíntese é maior do que o processo de respiração, com o carbono sendo acumulado na biomassa vegetal e no solo (MACKEY *et al.*, 2013). Com o passar

do tempo, a taxa de captação líquida diminui à medida que o crescimento desacelera. Se a floresta chegar no estágio de maturidade (clímax), o estoque de carbono alcança um estágio de equilíbrio dinâmico em que o resultado do processo de respiração se iguala ao do processo de fotossíntese. Nesse momento, o estoque de carbono perdido para a atmosfera volta a ser reconstituído, e a função de sumidouro desaparece. Ao final, o benefício de mitigação proporcionado pelo ecossistema florestal reside na manutenção dos estoques de carbono constituídos. Ou seja, sempre que houver degradação florestal e desmatamento reativa-se o potencial de captação de carbono pela perda dos estoques anteriores devido à mudança do uso da terra (KEITH *et al*, 2009).

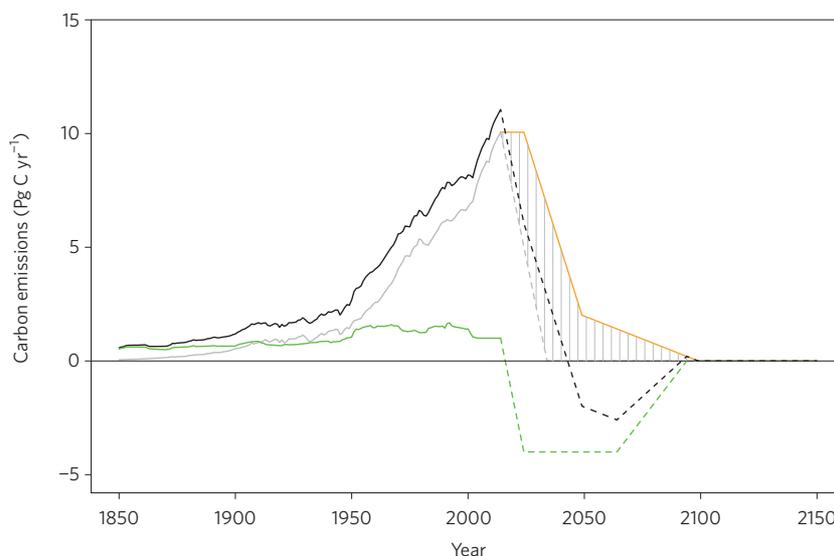
A transformação dos aspectos técnicos discutidos anteriormente em políticas florestais climáticas forma o entendimento básico sobre medidas de conservação florestal como forma de manter os estoques de carbono presentes. Em contraposição, a ideia de que substituir florestas primárias por florestas plantadas criaria novos sumidouros e, conseqüentemente, seria positiva para o enfrentamento da mudança do clima, é incorreta, pois falha ao contabilizar a perda de carbono dos estoques presentes nas florestas primárias (DEAN *et al*, 2012).

Para Houghton *et al.* (2015), a remoção de carbono realizada por florestas tropicais poderia compensar grande parte das emissões fósseis até 2050, estabilizando e reduzindo a concentração de CO₂ na atmosfera em algumas décadas, promovendo uma ponte para um mundo livre de combustíveis fósseis. O entendimento de Houghton *et al.* (2015) encontra apoiadores e opositores, tais como Mackey *et al.* (2013) e Pacala & Socolow (2004) e, que entendem a remoção de carbono por florestas tropicais não como a solução para o enfrentamento da mudança do clima, mas parte dela. Sua justificativa está baseada no menor potencial de acumulação de carbono nas florestas e solos do mundo em relação ao estoque de carbono presente nas reservas de carvão, petróleo e gás. Ainda assim, a capacidade de mitigação das florestas, seja pela conservação ou pela restauração, não deve ser considerada irrelevante.

A figura abaixo modela a compensação de carbono gerada pelas florestas tropicais conforme trabalho de Richter e Houghton (2011) em que: (i) a pequena emissão líquida de carbono das florestas, em relação às emissões globais, escondem um grande potencial de armazenamento ou estoque de carbono nas florestas uma vez que suas emissões brutas são duas a três vezes maiores do que as emissões líquidas, sugerindo que a captura e manutenção do carbono pode representar mais de 50% das emissões florestais; e (ii) mudanças no padrão de gestão do solo podem ser implementadas mais rapidamente

do que a transição dos combustíveis fósseis para os renováveis. Nesse sentido, o Desafio de Bonn¹², que pretende reflorestar 150 milhões de hectares de áreas degradadas, e a Declaração de Nova Iorque para Florestas¹³ que busca eliminar o desmatamento até 2030 representam iniciativas na direção correta.

Figura 11: Atuação potencial das florestas tropicais em estabilizar o CO₂ atmosférico.



Fonte: Houghton et al. (2015).

Legenda: Emissões globais de carbono em Pg (Petagrama) equivale a 1 bilhão de toneladas.

A linha sólida cinza representa emissões de carbono dos combustíveis fósseis enquanto a linha sólida verde representa as emissões de florestas tropicais. A linha sólida preta representa a soma das duas anteriores. De 2015 em diante o total máximo de emissões para 75% de chance em evitar o aumento máximo de 2°C na média global é representado na linha pontilhada preta. A linha pontilhada cinza representa as emissões máximas de combustíveis fósseis para atingimento do cenário descrito sem levar em consideração a contribuição de outros setores. A linha laranja representa as emissões de combustíveis fósseis caso sejam adotadas mudanças nas práticas de gestão florestal em benefício da captura e armazenamento de carbono (linha verde pontilhada). Finalmente, a área cinza hachurada representa o benefício líquido gerado pela mitigação florestal

¹² Esforço global firmado por 59 países, dentre eles o Brasil, para restaurar 150 milhões de hectares de florestas até 2020 e 350 milhões de hectares até 2030.

¹³ Compromisso voluntário, firmado em setembro de 2014, no qual países, estados, organizações e empresas se comprometem a envidar esforços para acabar com o desmatamento até 2030 e restaurar florestas. O Brasil não assinou a declaração.

(HOUGHTON *et al*, 2015). Em resumo, a figura anterior demonstra o benefício gerado pelo setor ao manter estoques de CO₂ em sua biomassa pela recomposição e conservação de maciços florestais.

Feitas as considerações necessárias sobre os conceitos de fluxo e estoques de carbono inerentes ao setor florestal, passa-se a debruçar sobre como a Contribuição Nacionalmente Determinada (*Nationally Determined Contribution* - NDC) brasileira enxerga o setor de mudança de uso da terra e florestas.

A NDC do Brasil (BRASIL, 2015) apresenta uma meta de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de 37,5% para 2025 e uma contribuição indicativa subsequente, a ser ainda confirmada, de 43% para 2030, ambas tendo o ano de 2005 como base. Ainda, o anexo da NDC apresenta medidas adicionais, organizadas por setores, que representam possíveis caminhos para o alcance da meta de redução de emissões proposta. Muito embora sua meta seja do tipo redução absoluta de emissões para o conjunto da economia, atribui especial importância ao setor mudança do uso da terra e florestas haja vista a amplitude de conexões estabelecidas pelo rol de medidas adicionais voltadas ao setor. O anexo da NDC, apresenta na página 3 as seguintes medidas adicionais:

- “fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal;
- restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;
- fortalecer políticas e medidas com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030; e
- ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georreferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis.”

Ou seja, todas as quatro medidas adicionais apresentadas orientam de forma geral a implementação das políticas públicas que entregam, de alguma maneira, resultados para duas grandes linhas de atuação: a diminuição de emissões pelo combate ao desmatamento ilegal; e o aumento de remoções em função da atividade de reflorestamento.

Vale ressaltar que, conforme Banco Mundial (2017), das medidas apresentadas, apenas a compensação de emissões de GEE inova no planejamento brasileiro para o setor florestal. As demais medidas já haviam, de alguma maneira, sido previamente apresentadas por atos normativos anteriores à própria NDC (BRASIL, 2015), conforme quadro abaixo.

Tabela 9: Base legal das medidas adicionais da NDC para o setor florestal.

Medida da NDC	Base legal anterior	Adicionalidade da NDC	Ano de lançamento
Implementar o Código Florestal	Lei nº 12.651	-	2012
Alcançar desmatamento ilegal zero na Amazônia até 2030	Plano Nacional sobre Mudança do Clima	Embora o Plano prevesse tal medida o mesmo não determinou prazo para seu alcance. A NDC inovou ao estabelecer o ano de 2030 como horizonte de implementação.	2008
Restaurar 12 milhões de hectares de florestas	Plano Nacional sobre Mudança do Clima	O Plano previa reflorestar 11 milhões de hectares até 2020. A NDC inovou ao atualizar o valor para 12 milhões ¹⁴ .	2008
Compensar emissões da supressão legal de vegetação	-	Integralmente adicional.	-

Fonte: World Bank (2017), pg. 20.

Conforme indicado no início deste tópico introdutório, este capítulo pretende focar na remoção de CO₂ da atmosfera pela atividade de recomposição florestal, mais especificamente naquelas decorrentes da medida relacionada à regularização dos passivos ambientais de Áreas de Proteção Permanente, e Reserva Legal, conforme o novo marco

¹⁴ Cabe destacar que ainda persiste conflito quanto à interpretação sobre a adicionalidade da atualização de 11 para 12 milhões de hectares a serem reflorestadas. Não está oficialmente estabelecido se o incremento seria de apenas 1 milhão de hectares em continuidade aos 11 que já eram previstos, ou se seriam 12 milhões de hectares adicionais a serem reflorestados no âmbito período pós-2020.

regulatório estabelecido em 2012 pelo Código Florestal. Tal escolha se justifica por duas razões: (i) caráter de obrigatoriedade; e (ii) por avaliar remoções de CO₂ adicionais, e portanto, ainda não contabilizadas pelo Inventário Brasileiro de Emissões de Gases de Efeito Estufa.

O caráter de obrigatoriedade surge a partir da aprovação da Lei n^o 12.651, de 25 de maio de 2012, vinculando a conduta dos proprietários rurais em recompor suas áreas que não estejam em conformidade com a legislação ambiental. Em maior detalhe, as demais medidas apresentadas no anexo da NDC não estão lastreadas por dispositivos legais como é o caso da implementação do Código. Suas medidas representam, na verdade, comandos que têm apenas força de orientar, direcionar, sinalizar e apontar o caminho de implementação de uma política pública para alcance de resultados desejados.

Em segundo lugar pelo caráter inovador do exercício de quantificação do potencial de remoções decorrentes da recomposição de passivos de APP e RL do Código Florestal em função de não serem capturados pelo Inventário de emissões de GEE. Segundo MCTIC (2016), isso se deve ao fato de que o Terceiro Inventário, assim como o Segundo Inventário aplica o conceito de Terras Manejadas proposto pelo IPCC (2003 e 2006), segundo o qual todas as emissões e remoções ocorrendo nessas áreas são consideradas de natureza antrópica. Por outro lado, as emissões e remoções que ocorrem em áreas não manejadas são consideradas como não antrópicas, exceto quando a área não manejada for convertida em outras categorias de uso da terra, conforme indicado no *Good Practice Guidance* (IPCC, 2003) e no *Guidelines* do IPCC (IPCC, 2006).

Ainda, consta no Terceiro Inventário, página 142, que o Brasil optou por definir como área manejada toda a área contida em: (i) Terras Indígenas, de acordo com informações fornecidas pela Fundação Nacional do Índio (FUNAI), cujos processos de demarcação estejam minimamente na fase “delimitada”; e (ii) unidades de conservação estaduais e federais, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei n^o 9.985/2000, excetuando-se as Reservas Particulares de Preservação Natural (RPPN) devido à falta de informações consistentes sobre as mesmas.

Ou seja, pelo exposto anteriormente, áreas florestais privadas, estejam elas em processo de recuperação ou constituam excedentes florestais em relação à legislação ambiental, não são consideradas áreas manejadas, e portanto, não são contabilizadas no Inventário. Vale transcrever a definição de áreas manejadas apresentada pelo Guideline do IPCC (2006):

The 2006 IPCC Guidelines were more explicit on the use of managed lands as a proxy for anthropogenic emissions. The 2006 IPCC Guidelines state “For the AFOLU Sector anthropogenic greenhouse gas emissions and removals by sinks are defined as all those occurring on ‘managed land’. Managed land is land where human interventions and practices have been applied to perform production, ecological or social functions” (IPCC Expert Meeting Report, 2009, página 33).

Ao comparar a definição do IPCC transcrita acima com a o que se convencionou no Brasil como área manejada percebe-se que existe um imenso potencial de contabilização de áreas que recebem influência direta da ação antrópica, como é o caso da atividade de recomposição de passivos florestais, e que não são contabilizados no Inventário brasileiro.

A medida selecionada, implementação do novo Código Florestal, já foi objeto de diversos estudos acadêmicos que a abordam sob diferentes perspectivas. No caso presente é necessário compreender suas consequências para a agenda de mudança do clima no Brasil. Em artigo de Soares-Filho *et al.* (2014) discute-se o que significa implementar o novo Código Florestal, seus novos instrumentos de gestão, assim como as consequências para diversas frentes, dentre elas a agenda sobre mudança do clima. Partindo de um contexto histórico, os autores entendem que o Código Florestal, publicado em 1965, era bastante restritivo no tocante ao desmatamento em propriedades privadas, abordagem que se provou de difícil cumprimento e fiscalização, principalmente na Amazônia. Com o aumento das taxas de desmatamento no início dos anos 2000 foram realizados esforços de fortalecimento de seu cumprimento, aumentando a pressão no setor agropecuário, o qual adotou, de modo geral, uma postura reativa e de enfrentamento ao Código. Na década seguinte o setor se aproveitou do momento político favorável gerado pela redução substancial das taxas de desmatamento na Amazônia para propor no Congresso Nacional a criação de um novo Código Florestal, o qual foi aprovado em 2012. A mesma percepção é compartilhada por Brancalion *et al.* (2016) em que a falta de conformidade entre o setor agroflorestal e Código de 1965 atingiu um nível tão elevado que estimulou a classe política a propor mudanças no Código vigente de maneira a diminuir os níveis de restrições, e conseqüentemente aumentando a conformidade.

Para CPI e Agroicone (2018) o novo Código Florestal brasileiro é uma lei que exige a conservação e a restauração de vegetação nativa em áreas privadas. O sucesso do Código Florestal dependerá em grande parte da restauração e, ou reflorestamento da vegetação. Essa adequação, aliada à adoção de boas práticas pelos produtores rurais, que incluem a restauração de pastagens, a rotação de culturas e a intensificação produtiva ajudará o Brasil a consolidar uma agropecuária de baixo carbono e a colocar em prática parte de seus compromissos climáticos, firmados no Acordo de Paris. Adicionalmente aos desafios apresentados, Kässmayer, K.; Fraxe Neto (2016); Bustamante *et al.* (2019) apontam que todas as medidas adicionais previstas no anexo da NDC dependem, fundamentalmente, do concerto federativo para o cumprimento das regras do Código Florestal e para modelos de planejamento e de execução de políticas públicas que se fundamentem na busca pela preservação da vegetação nativa.

O Código, aprovado em 2012, gerou concretamente diversas hipóteses de anistia para a obrigatoriedade de recomposição de vegetação nativa, assim como para o pagamento de multas ambientais. Como consequência, a obrigação de recuperar e reflorestar a vegetação degradada pelo processo de mudança de uso da terra ficou reduzida em relação ao código anterior, de 1965. A estimativa recorrentemente citada na literatura acadêmica para a necessidade de recuperação dos passivos ambientais foi realizada por Soares-Filho *et al.* (2014). Pela análise feita, quando consideradas em conjunto, as medidas de anistia reduziram a obrigatoriedade de recomposição da vegetação nativa de 50 ± 6 milhões de hectares para 21 ± 1 milhões de hectares, dos quais 16,4 referem-se a Reserva Legal e 4,6 são de Áreas de Preservação Permanente.

Entretanto, conforme apontado por diversos artigos acadêmicos e técnicos (SOARES-FILHO 2014; WORLD BANK, 2017) os custos envolvidos podem ser muito altos a depender da região do país. Em relatório voltado à implementação da medida de restaurar 12 milhões de hectares de florestas, contida no anexo da NDC, o Banco Mundial aponta custos financeiros e benefícios para o enfrentamento da mudança do clima pela remoção de carbono da atmosfera.

The cost needed to restore 12 Mha would be US\$ 13.7 billion until 2030, or approximately US\$ 900 million per year. This is equivalent to 1.6% of the annual public credit for agriculture, the Plano Safra. The restoration of 20 Mha would require US\$ 24.3 billion, or 2.8% of the annual public credit for agriculture.

Socioeconomic benefits such as the creation of 200,000 direct jobs annually and US\$ 1.9 billion in taxes would accompany associated environmental benefits, such as conservation of rivers and soil. Moreover, climate change mitigation benefits associated with the Brazilian restoration target would be 1.4 billion tons of CO₂ for the 12 Mha scenario, and 2.3 billion tons of CO₂ in the 20 Mha scenario. (WORLD BANK, 2017, página 2).

Ao levar em consideração os altos custos envolvidos na atividade de restauração florestal em muitas regiões do Brasil o Código de 2012 criou novos instrumentos para apoiar o processo de regularização ambiental das áreas que se encontram em desconformidade. Bustamante *et al.* (2019) apresenta de forma didática como se inserem os novos instrumentos de mercado no contexto de áreas não conformes. O novo Código obriga que toda propriedade conserve ou restaure a vegetação nativa localizada em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reservas Legais (RL). As APPs representam áreas sensíveis, com risco de gerar processos erosivos, alterar a estabilidade geológica do território e causar a deterioração do papel de proteção de nascentes e córregos, enquanto RLs representam uma parcela da propriedade privada rural que precisa ser mantida com sua cobertura vegetal nativa para manutenção dos processos ecológicos necessários para garantir a sustentabilidade de atividades produtivas. Caso uma propriedade não possua área suficiente com vegetação nativa para atender ao percentual de RL definido para aquele bioma sua recuperação é obrigatória. Os novos instrumentos de implementação código foram criados no sentido de fomentar relações de mercado entre proprietários que estejam em desconformidade para com a Lei nº 12.651/2012 e outros que tenham excedente de áreas conservadas. Dessa forma, é permitida a compensação dentro do mesmo bioma, preferencialmente no mesmo estado, pela comercialização de Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), apenas em áreas de Reserva Legal.

Para quantificar o potencial do mercado de comercialização de CRAs Soares-Filho *et al.* (2014) conduziram uma estimativa partindo da identificação das áreas de vegetação nativa excedentes (adicionais) em relação aos requerimentos do Código. Essa área foi comparada com as áreas de passivos de Reserva Legal localizados no mesmo

território (bioma ou estado). Caso a área de RL em débito fosse inferior àquelas excedentes (adicionais) foi considerado o uso integral das CRAs para compensação. Em outras palavras, o mercado de CRAs depende ao mesmo tempo da disponibilidade das Cotas e da existência de passivos de RL dentro do mesmo bioma ou estado. Dessa maneira, os autores estimaram que o potencial de uso de CRAs poderia corresponder a 56% das áreas de passivos de RL. Ainda, os autores acrescentam que a efetiva restauração dos 4,6 milhões de hectares de APPs e de ao menos 7,4 milhões de hectares de Reserva Legal, aproximadamente 44% da área originalmente identificada como passivos de RL, podem promover a formação de estoques de carbono da ordem de 4,5 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente nas próximas décadas. Esse potencial de mitigação é estratégico para o cumprimento das ações nacionais diante do Acordo de Paris. Um de seus resultados essenciais para a implementação da NDC brasileira foi a identificação e espacialização das APPs e de RLs que se encontram em situação de desconformidade perante o novo Código, uma vez que é a atividade de recomposição florestal que irá promover a regularização dessas áreas e a consequente remoção de carbono da atmosfera.

Vale reforçar que além dos custos financeiros, a atividade de restauração e reflorestamento requer planejamento e determinação política por um longo período de tempo para manter as atividades em continuidade. Bustamante *et al.* (2019) ao tratar da medida de restaurar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 coloca em perspectiva a referida medida ao contrapor-la com experiências já realizadas em outros países. Na opinião da autora fica latente que o curto intervalo de tempo proposto pelo governo brasileiro, até 2030, pode se tornar um obstáculo ao alcance da medida. Ao citar Lamb e Gilmour (2003), a autora retoma o exemplo de um dos mais bem sucedidos casos de reflorestamento conhecidos no mundo. Durante o período da ocupação Japonesa no território da Coreia do Sul ocorreram fortes perdas de áreas florestais, tornando sua recuperação uma prioridade nacional. De meados de 1950 a 2007 a cobertura florestal do país passou de 3,5 milhões de hectares para 6,5 milhões de hectares. Outro caso de sucesso é relatado por Hanson *et al.* (2010) em que, amparado pelos métodos de regeneração natural e indução humana, os Estados Unidos reflorestaram 13 milhões de hectares na porção leste do país entre os anos de 1910 e 1960. Já no Brasil a autora cita o caso do reflorestamento da Tijuca, atualmente uma unidade de conservação federal localizada na cidade do Rio de Janeiro. Após intensas secas registradas nos anos de 1829, 1833 e 1844 o governo imperial emitiu o Decreto nº 577/1861 dando instruções para a desapropriação de áreas privadas ao redor de nascentes para recomposição da vegetação.

Foram reflorestados 3.200 hectares, que somados ao processo de regeneração natural, alcançaram a área atual do Parque que é de aproximadamente 4.000 hectares.

Em 1999, o governo chinês iniciou um amplo programa de reflorestamento intitulado *Grain for Green* (Grãos pelo Verde, tradução livre) cujo objetivo era prevenir e combater a erosão e enchente de seus solos. De acordo com dados do governo chinês, de 2013 a 2018 foram plantados 33,8 milhões de hectares de florestas ao custo de 82 bilhões de dólares. Apenas em 2018 a China plantou mais de 7 milhões de hectares de florestas. Com o programa a China pretende aumentar a cobertura florestal de seu território dos atuais 23,04% em 2020 para 26% em 2035. Para colocar o programa em prática, o governo chinês desenvolveu uma estratégia nacional que articula esforços de instituições governamentais, sociedade civil, estudantes, militares, e da população residente em regiões rurais (SHENG, 2019).

É importante ressaltar que não será feita uma análise do quadro institucional e do estado atual de estruturação das políticas florestais orientadas à implementação do Código Florestal, medida necessária para o alcance dos resultados necessários aos compromissos de mitigação estabelecidos para o período pós-2020. Tal recorte deve-se ao fato de que o Brasil vive um momento em que o arcabouço normativo pré-existente que definia os arranjos de governança e institucionais criados para o setor florestal e para a própria implementação da agenda sobre mudança do clima, foram revogados em 11 de abril de 2019 pelo Decreto nº 9.759. Em substituição à estrutura de governança criada anteriormente para dar cabo aos compromissos assumidos foram editados novos decretos, em novembro de 2019, trazendo uma nova conformação para atuação das políticas e medidas do governo brasileiro. São eles:

- Decreto nº 10.142 o qual Institui a Comissão Executiva para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa;
- Decreto nº 10.143 o qual altera disposições do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC);
- Decreto nº 10.144 o qual institui a Comissão Nacional para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal (REDD+); e
- Decreto nº 10.145 o qual institui o comitê interministerial sobre mudança do clima;

Em seu sétimo relatório analítico o SEEG BRASIL (2018) recomenda que a governança para tratar da agenda sobre mudança do clima no Brasil seja reestabelecida com definição clara de órgãos executores, seus papéis e responsabilidades, e com a participação efetiva de diferentes setores da sociedade (academia, organizações da sociedade civil, setor privado, governos subnacionais).

Para concluir, este capítulo tem por objetivo realizar um exercício quantitativo que dará indicações do potencial de remoção de CO₂ da atmosfera pela recomposição dos passivos ambientais identificados por Soares-Filho *et al.* (2014). A relevância de tal informação justifica-se pela possibilidade de aprimorar a análise iniciada no capítulo anterior que demonstrou, como condição *sine qua non*, para o cumprimento da NDC brasileira a necessidade de o setor Mudança de Uso da Terra e Florestas gerar, no agregado, remoções de carbono da atmosfera, ou seja, saldo líquido negativo.

2. METODOLOGIA

O exercício quantitativo deste capítulo terá como ponto de partida o trabalho desenvolvido por Britaldo Soares-Filho, Raoni Rajão, Marcia Macedo, Arnaldo Carneiro, Willian Costa, Michael Coe, Hermann Rodrigues e Ane Alencar (SOARES-FILHO *et al.*, 2014) que buscou elucidar as alterações realizadas no Código Florestal com a reforma ocorrida em 2012. O artigo em questão, *Cracking Brazil's Forest Code* (2014), dentre outros resultados, deixa clara a relação entre a implementação do código florestal, por meio da regularização de áreas rurais em desconformidade com a legislação ambiental, e a agenda sobre mudança do clima no Brasil. Nele, os passivos indicados como Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal contabilizaram respectivamente 4,6 milhões de hectares e 16,4 milhões de hectares, sendo sua espacialização no território brasileiro, por bioma uma informação indispensável para qualquer análise que pretenda avaliar o potencial de remoção de carbono da atmosfera pelas florestas.

A abordagem utilizada para essa avaliação baseia-se no Método de Ganhos e Perdas segundo as Diretrizes do IPCC de 2006. Uma abordagem baseada em processos, que estima o balanço líquido de ganhos e perdas dos estoques de carbono em um reservatório de carbono. O Método de Ganhos e Perdas envolve monitorar as entradas e saídas de um reservatório de carbono por exemplo, ganhos por crescimento (aumento de biomassa) e transferência de carbono de um reservatório para outro (por exemplo, do reservatório biomassa viva para o reservatório matéria orgânica morta devido à cortes ou distúrbios naturais) e perdas devido à cortes e mortalidade (CGE, 2020).

Para tanto, foi retomada a fórmula proposta no capítulo 1 utilizada para medir a redução de emissões por desmatamento na Amazônia Legal. Sua utilização neste momento sofrerá apenas a troca do fator de emissão, de toneladas de CO₂ emitidas por unidade de área (tC/ha), para o fator de incremento médio da biomassa total (e, portanto, carbono) por unidade de área, por ano (tC/ha/ano). Tal fator representa o crescimento da biomassa para florestas secundárias e difere para cada bioma. Já o fator de equivalência entre carbono e dióxido de carbono se manteve o mesmo por se tratar de uma constante que equivale a 44/12.

$$RCO2Atm = A(ha) \times RC \left(\frac{tC}{ha \text{ ano}} \right) \times FE (tCO2/tC)$$

Em que: RCO₂Atm: Remoção de CO₂ da atmosfera; A: Área em hectares; RC: incremento anual da biomassa acima e abaixo do solo, por hectare; FE: Fator de equivalência entre C e CO₂.

Os fatores específicos para cada bioma brasileiro utilizados constam da Terceira Comunicação Nacional do Brasil submetida à UNFCCC (MCTIC, 2016). Optou-se por utilizar o incremento total de biomassa, que considera a biomassa acima e abaixo do solo, representado na figura abaixo pela coluna “Incremento total”.

Figura 12: Incremento médio anual do estoque de carbono na biomassa viva em áreas de vegetação florestal secundária por bioma.

BIOMA	INCREMENTO DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO tC/ha	REFERÊNCIA INCREMENTO DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO	RAZÃO A:S (%)	REFERÊNCIA RAZÃO A:S	INCREMENTO TOTAL tC/ha
Amazônia	3,94	Alves et al. (1997)	25,8	Nogueira (2008)	4,96
Cerrado	1,41	Durigan (2004)	22	Miranda et al. (2014)	1,72
Mata Atlântica	4,46	Melo e Durigan (2006)	20	IPCC (2006)	5,35
Caatinga	0,47	Gariglio et al. (2010); Isaia et al. (1992)	27	Costa et al. (2014)	0,60
Pantanal	2,25	Schongart et al. (2011)	23	Stape et al. (2011)	2,77
Pampa	1,4	Brun (2004)	26	Brun (2004)	1,76

Fonte: Comunicação Nacional do Brasil, Volume 3, (MCTIC, 2016), pg 294.

Ainda, para efeitos de cálculo, considera-se que a regularização ambiental das áreas em desconformidade obedecerá uma distribuição temporal geométrica ao longo dos 15 anos distribuídos entre a apresentação da NDC e o ano de 2030, hipótese assumida pelo Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) lançado em 2016. Nele, o incremento anual das áreas de plantio obedece uma taxa de 40% por entender a recuperação da vegetação nativa no Brasil sofrerá aceleração à medida que condições estruturantes, tais como, disponibilidade de mudas, viveiros, mão de obra, acesso a crédito em larga escala sejam efetivadas.

Como consequência da distribuição temporal mencionada acima é necessário considerar ainda os dois processos realizados pelas florestas e que foram objeto de detalhamento na introdução deste capítulo: fluxo (emissão e remoção anual de CO₂), e estoque (manutenção na biomassa florestal, ano após ano, do carbono removido). Dessa forma, as áreas que removeram carbono no primeiro ano de plantio passam a estocá-lo ao longo dos próximos anos. À medida que ocorre o crescimento florestal dessa mesma área

plantada e o incremento de novas áreas recuperadas novos fluxos são adicionados ao sistema. A representação visual desse processo gera uma matriz em formato de triângulo retângulo cujas células preenchidas representam toneladas de CO₂ removido da atmosfera em um ano.

Para calcular a estimativa do potencial de remoção de carbono da atmosfera gerado a partir da recomposição de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal foram feitas três simulações considerando diferentes situações de uso da Cota de Reserva Ambiental para compensação das áreas de Reserva Legal, uma vez que seu uso não é permitido para Áreas de Preservação Permanente.

- Cenário 1: Sem uso de CRAs;
- Cenário 2: Compensação de 25% das áreas desconformes de RL com o uso de CRAs;
e
- Cenário 3: Compensação de 50% das áreas desconformes de RL com o uso de CRAs.

Estes índices foram utilizados para estimar diferentes cenários, desde um valor teórico em que nenhuma CRA é utilizada, o que representa do ponto de vista da manutenção dos processos ecológicos o cenário ideal (mas improvável), até uma compensação de 50% do débito de Reservas Legais pelo uso de Cotas de Reservas Ambientais conforme estimativa realizada por Soares-Filho *et al.* (2014). Após a definição dos cenários limites de uso da CRA foi adicionado um cenário intermediário que corresponde a uma redução do débito de Reservas Legais em 25%, ou seja, metade do cenário de maior uso da Cotas, correspondendo à necessidade de recuperar 75% dos passivos de Reserva Legal.

Ou seja, os cenários propostos possuem uma parcela fixa de remoções (APPs, que não são passíveis de compensação) e uma parcela variável (RL, passível de compensação). Quanto à parcela variável os cenários 2 e 3 representam uma diminuição da área plantada em 25% e 50% respectivamente. As memórias de cálculo disponibilizadas a partir do Anexo IV representam essa redução na coluna “Área RL recuperada” atualizando os novos potenciais de remoção na matriz à direita.

3. RESULTADOS DO POTENCIAL DE REMOÇÃO DE CO₂

Sobre a medida indicada no anexo da NDC referente à implementação do Código Florestal, que no âmbito desta pesquisa deve ser compreendida pela regularização das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal em desconformidade ambiental, segue o exercício matemático que apresenta o potencial de remoção de toneladas CO₂ que seria alcançado por essa medida. Todas as memórias de cálculo estão disponibilizadas no anexo.

As APPs, cuja recuperação integral é obrigatória, posto que não há possibilidade de uso de instrumentos de compensação, foram consideradas em sua totalidade nos três cenários propostos anteriormente. O resultado do potencial de remoção proporcionado por essas áreas foi de aproximadamente 193 milhões de toneladas de CO₂eq.

Tabela 10: Potencial de remoção de CO₂eq por recomposição de APPs.

Biomass	tCO ₂ eq
Amazônia	55.721.802
Mata Atlântica	93.895.054
Cerrado	34.499.224
Caatinga	3.124.371
Pampas	4.692.728
Pantanal	1.469.129
TOTAL	193.402.308

Fonte: Elaboração própria.

Cenário 1: 100% das APPs + 100% das RLs.

Nesse caso optou-se por não fazer uso da CRA como instrumento de compensação, o que remete a um potencial teórico máximo de remoção de CO₂ da atmosfera pelas áreas de Reserva Legal em desconformidade. O resultado potencial de remoção proporcionado por essas áreas foi de aproximadamente 853 milhões de toneladas de CO₂eq.

Tabela 11: Potencial de remoção de CO₂eq por recomposição de 100% das RL

Biomass	tCO ₂ eq
Amazônia	447.209.309
Mata Atlântica	320.378.180

Cerrado	79.613.594
Caatinga	2.487.925
Pampas	2.202.768
Pantanal	1.282.149
TOTAL	853.173.925

Fonte: *Elaboração própria.*

Nesse cenário, o resultado do potencial total de remoção de CO₂ da atmosfera fica em torno de 1,046 bilhões de toneladas de CO₂, acumulados ao longo de quinze anos de recomposição e manutenção de áreas de APP e RL que se encontram em desconformidade ambiental perante o novo Código Florestal.

Outro dado relevante obtido desse exercício é que, apenas para o ano de 2025 e 2030 são estimadas remoções de aproximadamente 55,5 e 307,5 milhões de toneladas de CO₂.

Cenário 2: 100% das APPs + 75% das RLs.

Nesse cenário considera-se o uso da CRA como instrumento de compensação numa proporção de 25% dos passivos, reduzindo o potencial de remoção para 75% do total indicado pela literatura. O resultado potencial de remoção proporcionado por essas áreas foi de aproximadamente 597 milhões de toneladas de CO₂eq.

Tabela 12: *Potencial de remoção de CO₂eq por recomposição de 75% das RL.*

Biomass	tCO₂eq
Amazônia	335.406.981
Mata Atlântica	240.283.635
Cerrado	59.710.196
Caatinga	1.865.944
Pampas	1.652.076
Pantanal	961.612
TOTAL	639.880.443

Fonte: *Elaboração própria.*

Nesse cenário, o potencial total de remoção de CO₂ da atmosfera é de aproximadamente 790 milhões de toneladas de CO₂, acumulados ao longo de quinze anos de recomposição e manutenção de áreas de APP e RL que se encontram em desconformidade ambiental perante o novo Código Florestal.

Ainda, apenas para o ano de 2025 e 2030 foram gerados fluxos de remoção de aproximadamente 31,7 e 175,5 milhões de toneladas de CO₂.

Cenário 3: 100% das APPs + 50% das RLs.

Nesse cenário considera-se o uso da CRA como instrumento de compensação numa proporção de 50% dos passivos, reduzindo o potencial de remoção de CO₂ para 50% do total indicado pela literatura. O resultado potencial de remoção proporcionado por essas áreas foi de aproximadamente 426 milhões de toneladas de CO₂eq.

Tabela x: Remoção de CO₂ por incremento de área reflorestada para cada ano.

Tabela 13: Potencial de remoção de CO₂eq por recomposição de 50% das RL.

Biomass	tCO₂eq
Amazônia	223.604.654
Mata Atlântica	160.189.090
Cerrado	39.806.797
Caatinga	1.243.962
Pampas	1.101.384
Pantanal	641.075
TOTAL	426.586.962

Fonte: Elaboração própria.

Nesse cenário, o potencial total de remoção de CO₂ da atmosfera é de aproximadamente 619 milhões de toneladas de CO₂, acumulados ao longo de quinze anos de recomposição e manutenção de áreas de APP e RL que se encontram em desconformidade ambiental perante o novo Código Florestal.

Da mesma forma que foi feito para os demais cenários, nesse caso, apenas para o ano de 2025 e 2030 foram gerados fluxos de remoção de aproximadamente 22,6 e 125,3 milhões de toneladas de CO₂.

Para facilitar a análise e discussão dos resultados apresentados anteriormente segue uma tabela com o resumo consolidado dos mesmos.

Tabela 14: Resultados de potencial de remoção de CO₂eq para os três cenários considerados.

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Potencial acumulado (estoque)	1.046,6	833,2	619,9
Potencial 2025 (fluxo)	55,5	33,9	22,6

Potencial 2030 (fluxo)	307,5	188,0	125,3
-------------------------------	-------	-------	-------

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, a partir dos cenários gerados, há um potencial de remoção de 619 milhões a 1,046 bilhões de toneladas de CO₂ distribuídos ao longo de 15 anos, dentro dos parâmetros de regularização de áreas rurais em desconformidade com o Código Florestal.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando a necessidade de perpetuidade das áreas reflorestadas para fins de conformidade com o Código Florestal, deve ser considerado que o carbono removido da atmosfera no ano 1 (fluxo) passa a ser mantido na biomassa florestal nos anos seguintes (estoque), ao mesmo tempo em que ocorrerá um novo incremento de carbono removido pelo plantio feito no ano 1 (fluxo) e pelos novos plantios dos anos posteriores. A representação visual que descreve essa lógica de transformação de fluxos em estoques é a de uma matriz cujo preenchimento forma um triângulo retângulo, contendo em suas células a quantidade de carbono removida da atmosfera para cada ano. Todas as memórias de cálculo estão disponibilizadas no anexo.

Pelos resultados alcançados, o potencial acumulado (ao longo de 15 anos) de remoção de CO₂ pela regularização de áreas em desconformidade com o Código Florestal, no cenário 1, chega a aproximadamente 1 bilhão de toneladas. A título de comparação, vale lembrar que a emissão de GEE total do Brasil em 2015 foi de 1,3 bilhões de toneladas de CO₂. Isso significa que todo o potencial teórico de remoção do cenário um, acumulado ao longo de 15 anos representa, aproximadamente 77% das emissões totais de 2015. Vale reforçar que a comparação acima tem propósito único de colocar em perspectiva os números envolvidos e suas ordens de grandeza, e não deve ser considerada para efeitos de análise uma vez que não há significado prático em contrapor remoções provenientes apenas da regularização de áreas em desconformidade ambiental *vis a vis* todo o agregado de emissões provenientes de todos os setores do Brasil. Ou seja, tais resultados não devem conduzir ao entendimento de que essa atividade é irrelevante para o alcance da meta brasileira, pelo contrário, eles reforçam o entendimento de que esta é mais uma das frentes disponíveis no rol de medidas para enfrentamento da mudança do clima. Basta recordar que a NDC brasileira ainda apresenta como medidas adicionais a restauração de 12 milhões de hectares de florestas, o combate ao desmatamento ilegal, a compensação das emissões provenientes da supressão legal da vegetação e a ampliação do manejo sustentável de florestas nativas.

Retomando as análises do capítulo anterior, foi indicado que no ano de 2025 haverá um espaço de sobra de aproximadamente 70 milhões de toneladas de CO₂eq para as emissões do setor florestal. Nesse contexto, os resultados alcançados indicam um

potencial de remoção que varia entre 55 e 22 milhões de toneladas de CO₂eq. Considerando apenas o resultado do Cenário 2, isto é, 33,9 milhões de toneladas de CO₂eq, a regularização de áreas em desconformidade ambiental representa uma ampliação do espaço de sobra para as emissões brasileiras em quase 50%.

Ainda, retomando os resultados do capítulo 2, para o ano de 2030 é esperada uma emissão dos setores energia, agricultura, processos industriais e gestão de resíduos em torno de 1,332 bilhões de toneladas de CO₂, sendo absolutamente imprescindível que o setor florestal passe a gerar emissões líquidas negativas em torno de 130 milhões de toneladas para que a contribuição indicativa da NDC seja cumprida. Conforme os resultados alcançados no Cenário 2, aproximadamente 188 milhões de toneladas de CO₂ seriam removidos da atmosfera apenas no ano de 2030, permitindo o cumprimento da meta agregada para aquele ano, uma vez que a remoção gerada é superior à emissão projetada.

Outra forma de colocar em perspectiva os resultados obtidos dos fluxos de remoção para os anos 2025 e 2030 é compará-los com o valor de remoções geradas por toda a biomassa florestal presente em território brasileiro para o ano de 2015. Segundo o MCTIC (2017), naquele ano foram removidos aproximadamente 774 milhões de toneladas de CO₂eq. Os resultados de remoção dos Cenários 1 e 3 para o ano de 2025 revelam que a atividade de regularização de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal em desconformidade ambiental podem representar um incremento no potencial de remoção em até 7%.

Finalmente, cabe retomar os resultados do capítulo 1 que apontam para uma baixa implementação da meta de redução do desmatamento na Amazônia Legal assim como as duas ações de mitigação relacionadas à produção florestal dentro do setor agropecuária. Tais resultados apontam para perspectivas pouco otimistas quanto ao cumprimento dos compromissos do pós-2020 uma vez que tais medidas representam as duas frentes de ação no setor Mudança do Uso da Terra e Florestas.

No intuito de aprimorar estudos prospectivos sobre as emissões e remoções do setor florestal caberia um aprofundamento das análises quantitativas assim como um estudo sobre a condução das políticas e medidas num aspecto qualitativo. Nesse sentido, SEEG (2009) indica em seu relatório que diversas medidas recentemente tomadas vão na contramão do esforço necessário de materialização da política pública para enfrentamento

da mudança do clima, tais como: mudar a estrutura do Ministério do Meio Ambiente, entregando à gestão das florestas públicas do país ao Ministério da Agricultura e extinguindo a secretaria de Mudança Climática e Florestas, secretaria responsável por coordenar a implementação das políticas de redução de emissões do Plano Nacional de Adaptação, por gerenciar o Fundo Nacional para Mudança do Clima, e pelos planos de prevenção e controle do desmatamento na Amazônia (PPCDAm) e no Cerrado (PPCerrado). Também era responsável por elaborar a estratégia de implementação da NDC. Com a secretaria extinta e a declarada mudança de ênfase do MMA para a chamada “agenda ambiental urbana”, todas essas políticas e esses planos ficaram no limbo.

5. CONCLUSÕES

A implementação efetiva do Código Florestal deve ser tratada de forma estratégica, seja pela necessidade de organizar e gerir o uso da terra em consonância com as regras de conservação ambiental e produção econômica, seja pela manutenção dos benefícios ecossistêmicos gerados pela sua conservação e, finalmente, pela possibilidade de que ao executar as atividades de reflorestamento das propriedades que não estejam em conformidade com a legislação ambiental apoie o Brasil em direção ao cumprimento de sua Contribuição Nacionalmente Determinada no âmbito do Acordo de Paris.

Para tanto, seria necessário que o governo brasileiro rediscutisse a convenção adotada em torno da definição de áreas manejadas, uma vez que da forma como é atualmente considerada desperdiça parte do potencial de remoção de CO₂ atmosférico das áreas não consideradas manejadas.

Os resultados de redução de emissões provenientes da recomposição das Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal que estão em desconformidade com o Código Florestal são capazes de ampliar o “curto espaço” de emissões de GEE remanescentes para o setor florestal nos anos de 2025 e 2030.

Dada a relevância dos resultados demonstrados neste capítulo como mais uma das formas de cumprimento da NDC é importante que haja políticas públicas estruturadas para garantir apoio, financeiro e técnico, aos proprietários rurais na recomposição de suas APPs e RL que estejam em desconformidade com a legislação ambiental. A estruturação de tais políticas deve ser tratada com especial atenção uma vez que os resultados encontrados no primeiro capítulo apontam para uma baixa implementação nas metas relacionadas à expansão do plantio florestal e restauração de pastagens degradadas.

Considerando a substituição das antigas estruturas de governança anteriormente criadas por novas estruturas definidas em um conjunto de Decretos publicados em novembro de 2019, é fundamental que a governança criada para tratar da agenda sobre mudança do clima seja reestabelecida, iniciando seus trabalhos e indicando as diretrizes e orientações do governo para implementação das políticas públicas associadas ao cumprimento das medidas e compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima das Nações Unidas.

COMENTÁRIOS FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Considerando a ausência de metodologias e indicadores quantitativos de monitoramento de algumas metas setoriais referente ao período pré-2020 recomenda-se que o governo brasileiro desenvolva tais metodologias de maneira clara, dê a devida publicidade e transparência para facilitar o acompanhamento dos compromissos nacionais e internacionais assumidos;

Considerando a tendência de crescimento marginal contínuo das emissões de GEE dos setores energia, agropecuária, resíduos e processos industriais é imperativo reconhecer que o setor mudança de uso da terra e florestas é absolutamente estratégico para o cumprimento da NDC brasileira, sendo indispensável retomar o controle sobre o desmatamento ilegal e ampliar seus resultados de remoção de emissões por meio da recomposição florestal;

Considerando que a implementação do Código Florestal, aqui entendida pela recomposição dos passivos de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, são capazes de apoiar o Brasil no cumprimento de suas metas de redução de emissões para 2025 e 2030, e que essa é a única medida apresentada pela NDC que tem caráter impositivo é necessário criar condições financeiras e técnicas em apoio aos proprietários rurais para torna-la factível com a maior brevidade possível;

Para concluir, o Brasil encontra-se numa “sinuca de bico” no que se refere ao cumprimento de sua NDC, haja vista a complexidade em lidar com o controle do desmatamento ilegal e criar condições favoráveis, em larga escala, para promover a recomposição de áreas em desconformidade ambiental e o desenvolvimento de maciços florestais. Duas perguntas surgem após a pesquisa aqui desenvolvida:

Qual será a saída para o cumprimento de sua atual NDC?

e

Qual será o movimento que o Brasil adotará no futuro quando tiver que se comprometer com uma nova NDC mais ambiciosa do que a atual?

PONTOS DE PARTIDA PARA FUTURAS PESQUISAS

Uma vez que esta pesquisa de mestrado partiu de uma abordagem amplamente quantitativa, abre-se, no campo de pesquisa da ciência política, novas frentes de investigação para conhecer os obstáculos que têm dificultado o alcance dos resultados brasileiros e melhores práticas para superá-los. Nesse sentido, os itens abaixo representam pontos de partida e lacunas de conhecimento que, se tratadas em futuras pesquisas, podem aumentar a compreensão da agenda sobre mudança do clima no Brasil.

- Quais circunstâncias políticas explicam a diferença da projeção *business as usual* para 2020 entre o Decreto que regulamentou a Política Nacional sobre Mudança do Clima e as NAMAs apresentadas no contexto do Acordo de Copenhague?
- Como monitorar o ganho de eficiência energética, uma das medidas das NAMAs, se o Balanço de Energia Útil disponibilizado atualmente não está atualizado?
- Quais as alternativas tecnológicas que poderiam garantir reduções de emissões expressivas nos setores energia, agropecuária, resíduos e processos industriais?
- As linhas de crédito e apoio técnico existentes para o desenvolvimento da atividade de reflorestamento tem sido suficiente? Como melhorá-las?
- Avaliar em maior profundidade o potencial de remoção de CO₂ com uma eventual expansão do conceito atualmente adotado para áreas manejadas ao considerar RPPNs e outras áreas florestais manejadas.
- Quais são as possíveis alternativas para o governo brasileiro aumentar a ambição de sua NDC no momento de atualizá-la?

Analisar os resultados e lições aprendidas com a implementação dos Planos de Prevenção e Controle do Desmatamento Ilegal, no intuito de buscar aprimoramentos para as políticas públicas postas para enfrentamento do desmatamento ilegal.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, E. (2018) **A Amazônia precisa de uma economia do conhecimento da natureza.** São Paulo. Disponível em: https://www.oamanhaehoje.com.br/assets/pdf/Relatorio_a_Amaz%C3%B4nia_precisa_de_uma_economia.pdf
- AGÊNCIA BRASIL (2018). **Ibama Espera Levantar 4 bilhões com Conversão de Multas em Serviços Ambientais.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2018-12/ibama-espera-arrecadar-r-4-bil-com-conversao-de-multas>. Publicado em 11/12/2018.
- ANGELO, C. e RITTL, C. (2019). **Is Brazil on the way to meet its climate targets? Explainer note by the climate observatory.** Observatório do Clima.
- AMERICANO, B., (2010). **O estágio atual das negociações sobre NAMAs: implicações para o brasil e para o futuro das negociações sobre Mudanças climáticas.** Boletim Regional, Urbano e Ambiental. IPEA.
- BANCO MUNDIAL (2017) **Brazil's INDC Restoration and Reforestation Target.** Washington, DC, World Bank.
- BISHOP P., HYNES A., COLLINS T., (2007). **The Current State of Scenario Development: an overview of techniques.** Foresight. Volume 9, Number 1, 2007, Pages 5-25. DOI 10.1108/14636680710727516.
- BLODGETT, J.; PARKER, L. (2010). **Greenhouse gas emissions drivers: population, economic development and growth, and energy use.** Congressional Research Service.
- BODANSKY, D. (2016). The Paris Climate Change Agreement: A New Hope? American Journal of International Law. Volume 110, Issue 2, April 2016 , Pages 288-319.
- BRANCALION, P.; GARCIA, L. e LOYOLA, C. (2016) **A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012).** Updates and ongoing initiatives. Natureza e Conservação. Volume 14. Abril de 2014;
- BRANCHER, D. S., (2012). **A Emergência do Direito Ambiental Internacional.** Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 2, n. 1, p. 97 – 116.
- BRASIL, (1998). Decreto nº 2.652 de 1º de junho de 1998. **Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992.**
- BRASIL, (2005). Decreto nº 5.445 de 12 de maio de 2015. **Promulga o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberto a assinaturas na cidade de Quioto, Japão, em 11 de dezembro de 1997, por ocasião da Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas.**
- BRASIL, (2009). Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências.**

BRASIL, (2010). Decreto nº 7.390 de 9 de dezembro de 2010. **Regulamenta os artigos 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências.**

BRASIL, (2012). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura.** ISBN 978-85-7991-062-0. Brasília.

BRASIL. (2014). Ministério do Meio Ambiente. Nota Informativa 4. **REDD+ na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Disponível em: <http://redd.mma.gov.br/images/central-de-midia/pdf/artigos/Informativo-REDD-n-info-4.pdf>.

BRASIL. (2015). **Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC.**

BRASIL (2015) Ministério do Meio Ambiente. **Indicativa Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris.** Brasília-DF;

BRASIL (2017) Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil.** 4º Edição. Brasília-DF;

BRASIL (2017) Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG).** Brasília-DF. ISBN: 978-85-7738-336-8;

BRASIL (2018) Ministério do Meio Ambiente. **Nota Informativa.** Disponível em: <http://educaclima.mma.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/Nota-informativa-MMA-2018-florestas-Amaz%C3%B4nia-e-Cerrado.pdf>

BURSZTYN, M. A. A, e BURSZTYN, M. (2006) **Desenvolvimento Sustentável: A Biografia de um Conceito.** EM Economia, Meio Ambiente e Educação. Editora Garamond LTDA. Rio de Janeiro, 2006.

BUSTAMANTE, M. (2020) **Tropical Forests and Climate Change Mitigation: The Decisive Role of Environmental Governance.** Georgetown Journal of International Affairs. Disponível em: <https://gjia.georgetown.edu/2020/03/20/tropical-forests-climate-change-mitigation-role-of-environmental-governance/>. March, 2020.

BUSTAMANTE, M.; SILVA, J.; SCARIOT, A; et al. (2019) **Correction to: Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil.** Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09871-8>;

CLIMATE POLICY INITIATIVE, e AGROICONE. (2018) **Sumários. O Código Florestal pode ser finalmente implementado. E agora?** Rio de Janeiro-RJ;

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. (2017) **Oportunidades e desafios das metas da NDC brasileira para o setor empresarial**. CEBDS. Rio de Janeiro-RJ;

DEAN, C.; WARDELL-JHONSON, G. e KIRKPATRIC, J.B. (2012) **Are there any circumstances in which logging primary wet-eucalypt forest will not add to the global carbon burden?** Agricultural and Forest meteorology. Volume 161. Julho de 2012;

DIETZ, T.; ROSA, E. (1997) **Effects of population and affluence on CO₂ emissions**. Proceedings of the National Academy of Sciences. Volume 94, Pages, 175 – 179.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. (2016) **Inventario de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Distrito Federal**.

DONG, C., DONG, X., JIANG, Q., DONG, K., and LIU, G. (2018) **What is the probability of achieving the carbon dioxide emission targets of the Paris Agreement? Evidence from the top ten emitters**. Science of the Total Environment. p. 1294–1303.

EHRlich, P.; HOLDREN, J. (1971) **Impact of Population Growth**. Science, New Series, Volume 171, Number 3977, Pages 1212-1217.

EPE, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisas Energéticas. (2019). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029**. Brasília. MME/EPE.

EPE, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisas Energéticas. (2019). **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional de 2019**. Brasília. MME/EPE.

HÖHNE, N.; KURAMOCHI, T.; WARNECKE, C.; RÖSER, F.; FEKETE, H.; HAGEMANN, M.; DAY, T.; TEWARI, R.; KURDZIEL, M.; STERL, S.; & GONZALES S. (2017). **The Paris Agreement: resolving the inconsistency between global goals and national contributions**. Climate Policy, 17:1, 16-32, DOI: 10.1080/14693062.2016.1218320.

HOSSEINI, S.; SAIFODDIN, A.; SHIRMOHAMMAD, R.; ASLANI, A. (2019) **Forecasting of CO₂ emissions in Iran based on time series and regression analysis**. Energy Reports 5. p. 619 – 631.

HOUGHTON, R.A.; BYERS, B; E NASSIKAS, A. (2015) **A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO₂**. Nature Climate Change. Volume 5. Dezembro de 2015;

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (2019). **Relatório Anual 2019**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>

IPCC, (1990). Intergovernmental Panel on CLimate Change. **Assessment Report 1: Scientific Assessment of Climate Change**. Cambridge University Press. Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.

IPCC, (2010). **Revisiting the Use of Managed Land as a Proxy for Estimating National Anthropogenic Emissions and Removals**. eds: Eggleston H.S., Srivastava N., Tanabe K., Baasansuren J. Meeting Report, 5 -7 May, 2009, INPE, São José dos Campos, Brazil, Pub. IGES, Japan 2010

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. (2019). **ODS 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos: O que mostra o retrato do Brasil?** Brasília. Cadernos ODS

KÄSSMAYER, K. e FRAXE NETO, H. J. **A Entrada em Vigor do Acordo de Paris: o que muda para o Brasil?** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado Federal. Novembro 2016 (Texto para Discussão nº 215);

KEITH, H.; MACKEY, B.; e LYNDENMAYER, D. (2009) **Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests.** Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America. Volume 106. Julho 2008;

KOFFI B; CERUTTI A; JANSSENS-MAENHOUT G. **Projection to 2030 for setting emission reduction targets in the Southern Mediterranean Partner countries: An approach with a Business-as-Usual scenario.** EUR 28528 EN. European Commission; 2017. JRC102551

KOSOW, H.; & GABNER, R. (2007) **Methods of future and scenario analysis: overview, assessment, and selection criteria.** DIE Research. Project Development Policy: Questions for the Future. Bonn. ISBN 978-3-88985-375-2

LAGO, A. A. C., (2006) **Estocolmo, Rio e Joanesburgo. O Brasil e as Três Conferências Ambientais Internacionais das Nações Unidas.** Fundação Alexandre Gusmão. Brasília

LIOBIKENE, G.; BUTKUS, M.; (2017) **The European Union possibilities to achieve targets of Europe 2020 and Paris agreement climate Policy.** Renewable Energy 106. p. 298 – 309.

MACKEY, B.; PRENTICE, C.; STEFFEN, W.; HOUSE, J.; LYNDENMAYER, D.; KEITH, H.; BERRY, S. (2013) **Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy.** Nature Climate Change. Volume 3. Junho 2013. DOI: 10.1038/NCLIMATE1804;

MENDES, T.A. (2014). **Desenvolvimento sustentável, política e gestão da mudança global do clima: sinergias e contradições brasileiras.** 672 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília.

NAÇÕES UNIDAS (2015). **Acordo de Paris.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>

NOGUEIRA G., FLUMINENSE, G., RANGEL, J. (2018) **Projeção de emissões de dióxido de carbono no Brasil e as metas nacionais para o Acordo de Paris.** XXI Encontro Nacional de Estudos Populacionais.

PACALA, S.; e SOCOLOW, R. (2004) **Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies.** Science. Volume 305. Agosto 2004. DOI: 10.1126/science.1100103;

PASQUAL, J.; ANAYA, R.; LUTZ, A.; ZUNIGA, A.; PERALTA, Y.; SANTELLANES, J. (2016). **Implications and Challenges for the Energy Sector in Brazil and Mexico to Meet the Carbon Emission Reductions Committed in Their INDC during the COP 21 CMP11**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPR. Vol. 37, maio 2016, Edição Especial Nexo Água e Energia. DOI: 10.5380/dma.v37i0.45129.

RICHTER, D. e HOUGHTON, R.A. (2011) **Gross CO₂ fluxes from land-use change: implications for reducing global emissions and increasing sinks**. Carbon Management. Volume 2. Future Science;

RIO DE JANEIRO. (2011) Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano de ação para redução das emissões de gases de efeito estufa do Rio de Janeiro**.

SEEG (2019) **Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e Suas Implicações para as Metas do Brasil (1970-2018)**. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/2019-v7.0/documentos-analiticos/SEEG-Relatorio-Analitico-2019.pdf>

SHENG, Y. (2020). **Extensive reforestation in China makes Earth greener**. Global Times. Disponível em: <http://www.globaltimes.cn/content/1139006.shtml>; Acesso em: 27/06/2020.

SIMMONS, G. & YOUNG, P. (2016). **Climate Cheats. How New Zealand is cheating on our climate change commitments, and what we can do to set it right**. The Morgan Foundation. Pages: 3-10, Disponível em http://morganfoundation.org.nz/wp-content/uploads/2016/04/ClimateCheat_Report8.pdf . Acesso em 15/10/2019.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H. e ALENCAR, A. (2014) **Cracking Brazil's Forest Code**. Science. Volume 344. Abril de 2014.;

SOARES, F. G. (2019) **Determinantes do Desmatamento na Amazônia. O caso do Pará**. Seminário Internacional de Estatísticas com R. Niterói. Rio de Janeiro.

SPERANZA, J., ROMEIRO, V., BETIOL, L. E BIDERMAN, R. (2017) **Monitoramento da implementação da política climática brasileira: implicações para a Contribuição Nacionalmente Determinada**. Working Paper. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. Disponível online em: <http://wribrasil.org.br/pt/publication/monitoramento-daimplementacao-da-politica-climatica-brasileira>

TENG, F., and S.-Q. Xu, (2012) **Definition of Business as Usual and its impacts on assessment of mitigation efforts**. Adv. Clim. Change Res., 3(4), doi: 10.3724/SP.J.1248.2012.00212.

TOLMASQUIM, M.T. e GUERREIRO, A. (2010). **Abatimento das emissões relacionadas à produção e ao uso da energia no Brasil até 2020**. Empresa de Pesquisas Energéticas, Rio de Janeiro.

UNEP (2018). **The Emissions Gap Report 2018**. United Nations Environment Programme, Nairobi.

UNFCCC, (2010). **Decision 1/CP.16. The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention.** Disponível em <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>. Acesso em 27/08/2019.

UNFCCC, (2019). **Technical analysis of the third biennial update report of Brazil submitted on 2 March 2019.** Summary report by the team of technical experts.

URIBE, G. (2020) “**É o caso de revogar**”, diz Salles sobre despacho que regularizava invasões na Mata Atlântica. Folha de São Paulo. Brasília. 3/06/2020. Meio Ambiente.

VIOLA, E., (2002). **O regime internacional de mudança climática e o Brasil.** Rev. bras. Ci. Soc., São Paulo, v. 17, n. 50, p. 25-46.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. (2018) **Brazil and climate change beyond the Amazon.** Routledge. New York.

WANG, H.; CHEN, W. (2019). **Gaps between pre-2020 climate policies with NDC goals and long-term mitigation targets: analyses on major regions.** Energy Procedia 158, Pages 3364 – 3669.

YOUNG, O. (2016). **The Paris Agreement: Destined to Succeed or Doomed to Fail?** Politics and Governance, 2016, Volume 4, Issue 3, Pages 124-132.

ANEXO I: NAMA DO BRASIL ENCAMINHADA À UNFCCC

N. 5

The Embassy of the Federative Republic of Brazil presents its compliments to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and has the honor to transmit the following communication from the Government of Brazil :

"Dear Mr. De Boer,

Having regard to the announcement made by His Excellency President Luiz Inácio Lula da Silva during the High Level Segment of the 15th Conference of the Parties (COP 15) and the 5th Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP 5) held at Copenhagen, the Government of Brazil would like to indicate the nationally appropriate mitigation actions that Brazil intends to take, for information of Parties to the UNFCCC.

Please note that the envisaged domestic actions as indicated are voluntary in nature and will be implemented in accordance with the principles and provisions of the UNFCCC, particularly Article 4 paragraph 1, Article 4 paragraph 7, Article 12 paragraph 1(b), Article 12 paragraph 4 and Article 10 paragraph 2(a). The use of the Clean Development Mechanism established under the Kyoto Protocol is not excluded.

- Reduction in Amazon deforestation (range of estimated reduction: 564 million tons of CO₂ eq in 2020);

- Reduction in "Cerrado" deforestation (range of estimated reduction: 104 million tons of CO₂ eq in 2020);



- Restoration of grazing land (range of estimated reduction: 83 to 104 million tons of CO2 eq in 2020);
- Integrated crop-livestock system (range of estimated reduction: 18 to 22 million tons of CO2 eq in 2020);
- No-till farming (range of estimated reduction: 16 to 20 million tons of CO2 eq in 2020);
- Biological N2 fixation (range of estimated reduction: 16 to 20 million tons of CO2 eq in 2020);
- Energy efficiency (range of estimated reduction: 12 to 15 million tons of CO2 eq in 2020);
- Increase the use of biofuels (range of estimated reduction: 48 to 60 million tons of CO2 eq in 2020);
- Increase in energy supply by hydroelectric power plants (range of estimated reduction: 79 to 99 million tons of CO2 eq in 2020);
- Alternative energy sources (range of estimated reduction: 26 to 33 million tons of CO2 eq in 2020);
- Iron & steel (replace coal from deforestation with coal from planted forests (range of estimated reduction: 8 to 10 million tons of CO2 eq in 2020);

It is anticipated that these actions will lead to an expected reduction of 36,1% to 38,9% regarding the projected emissions of Brazil by 2020.

The Brazilian Government took an active part in the negotiation of the Copenhagen Accord and understands it as an important step in order to facilitate the conclusion of the on-going two-track negotiations under the AWG-KP and the AWG-LCA with a view to adopt a decision on the second commitment period of the Kyoto Protocol and also on the fulfillment of the Bali Action Plan during COP-16 and CMP-6 in Mexico.”

The Embassy of the Federative Republic of Brazil avails itself of this opportunity to renew to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) the assurances of its highest consideration.

Berlin, 29 January 2010



United Nations Framework Convention on Climate Change
P.O. Box 260124
D-53153 Bonn
Germany

ANEXO II: DADOS HISTÓRICOS DE EMISSÕES DE GEE

Tabela 15: Sistematização dos dados de emissões de GEE para os setores agropecuária, energia, processos industriais e tratamento de resíduos (em milhões de toneladas de CO₂eq).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Agropecuária	286.995	295.459	301.619	303.589	310.915	316.672	303.470	309.782	313.783	317.660	328.367	339.602	352.048	372.841	386.266	392.492
Energia	186.707	192.583	196.016	200.889	209.959	225.236	241.605	257.177	267.441	279.344	286.371	296.598	295.082	289.969	305.862	316.162
Processos Industriais	52.060	58.733	57.273	61.650	62.234	65.358	66.717	68.347	70.976	70.693	73.892	70.265	74.496	75.129	80.341	78.238
Tratamento de Resíduos	27.596	28.643	29.810	30.823	31.900	33.208	34.377	35.727	37.039	38.539	39.847	40.858	42.594	44.284	45.291	46.783

(continua...)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agropecuária	392.392	383.932	389.962	396.190	407.072	419.126	414.987	420.969	425.714	428.905
Energia	320.378	333.902	353.336	341.979	374.727	389.488	422.173	452.030	474.902	449.408
Processos Industriais	79.522	79.411	82.135	72.676	89.923	96.017	97.042	97.863	97.290	95.338
Tratamento de Resíduos	48.111	49.144	49.793	50.923	52.863	56.078	56.866	61.215	62.318	62.695

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO III: EXTRAPOLAÇÃO DA TENDÊNCIA DE EMISSÕES DE GEE

Tabela 16: Extrapolação da tendência passada das emissões de GEE.

	2016	2017	2018	2019	2020
Agropecuária	441.579	447.762	453.945	460.128	466.311
Energia	450.846	461.565	472.285	483.005	493.725
Processos Industriais	98.320	99.980	101.640	103.300	104.960
Tratamento de Resíduos	62.701	64.106	65.510	66.914	68.319

(continua...)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Agropecuária	472.494	478.677	484.860	491.043	497.226	503.409	509.592	515.775	521.958	528.141
Energia	504.445	515.165	525.884	536.604	547.324	558.044	568.764	579.484	590.203	600.923
Processos Industriais	106.621	108.281	109.941	111.601	113.261	114.921	116.581	118.241	119.902	121.562
Tratamento de Resíduos	69.723	71.127	72.532	73.936	75.340	76.745	78.149	79.553	80.957	82.362

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO IV: MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS REMOÇÕES DE CO₂ PELA RECOMPOSIÇÃO DE APPS E RL.

Tabela 17: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de APPs na Amazônia.

Ano	Área APP recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
2016	2.330	18,2	42.375	42.375																
2017	3.262		59.325	42.375	59.325															
2018	4.567		83.055	42.375	59.325	83.055														
2019	6.394		116.277	42.375	59.325	83.055	116.277													
2020	8.951		162.788	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788												
2021	12.531		227.903	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903											
2022	17.544		319.064	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064										
2023	24.561		446.689	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689									
2024	34.386		625.365	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365								
2025	48.140		875.510	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510							
2026	67.396		1.225.715	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510	1.225.715						
2027	94.355		1.716.001	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510	1.225.715	1.716.001					
2028	132.097		2.402.401	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510	1.225.715	1.716.001	2.402.401				
2029	184.936		3.363.361	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510	1.225.715	1.716.001	2.402.401	3.363.361			
2030	258.910	4.708.705	42.375	59.325	83.055	116.277	162.788	227.903	319.064	446.689	625.365	875.510	1.225.715	1.716.001	2.402.401	3.363.361	4.708.705			

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18: Potencial de remoção de CO₂eq pela restauração de APPs na Mata Atlântica.

Ano	Área APP recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	3.640	19,6	71.405	71.405															
2017	5.096		99.967	71.405	99.967														
2018	7.134		139.953	71.405	99.967	139.953													
2019	9.988		195.934	71.405	99.967	139.953	195.934												
2020	13.983		274.308	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308											
2021	19.577		384.031	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031										
2022	27.408		537.644	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644									
2023	38.371		752.702	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702								
2024	53.719		1.053.782	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782							
2025	75.206		1.475.295	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295						
2026	105.289		2.065.413	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295	2.065.413					
2027	147.404		2.891.579	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295	2.065.413	2.891.579				
2028	206.366		4.048.210	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295	2.065.413	2.891.579	4.048.210			
2029	288.912		5.667.494	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295	2.065.413	2.891.579	4.048.210	5.667.494		
2030	404.477	7.934.491	71.405	99.967	139.953	195.934	274.308	384.031	537.644	752.702	1.053.782	1.475.295	2.065.413	2.891.579	4.048.210	5.667.494	7.934.491		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 19: Potencial de remoção de CO₂eq pela restauração de APPs no Cerrado.

Ano	Área APP recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	4.160	6,3	26.236	26.236															
2017	5.824		36.730	26.236	36.730														
2018	8.154		51.422	26.236	36.730	51.422													
2019	11.415		71.991	26.236	36.730	51.422	71.991												
2020	15.981		100.787	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787											
2021	22.373		141.102	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102										
2022	31.323		197.543	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543									
2023	43.852		276.560	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560								
2024	61.393		387.184	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184							
2025	85.950		542.058	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058						
2026	120.330		758.881	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058	758.881					
2027	168.462		1.062.433	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058	758.881	1.062.433				
2028	235.847		1.487.406	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058	758.881	1.062.433	1.487.406			
2029	330.185	2.082.369	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058	758.881	1.062.433	1.487.406	2.082.369			
2030	462.259	2.915.316	26.236	36.730	51.422	71.991	100.787	141.102	197.543	276.560	387.184	542.058	758.881	1.062.433	1.487.406	2.082.369	2.915.316		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 20: Potencial de remoção de CO₂eq pela restauração de APPs na Caatinga.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	1.080	2,2	2.376	2.376															
2017	1.512		3.326	2.376	3.326														
2018	2.117		4.657	2.376	3.326	4.657													
2019	2.964		6.520	2.376	3.326	4.657	6.520												
2020	4.149		9.128	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128											
2021	5.808		12.779	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779										
2022	8.132		17.890	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890									
2023	11.385		25.046	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046								
2024	15.939		35.065	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065							
2025	22.314		49.091	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091						
2026	31.240		68.727	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091	68.727					
2027	43.735		96.218	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091	68.727	96.218				
2028	61.229		134.705	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091	68.727	96.218	134.705			
2029	85.721		188.587	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091	68.727	96.218	134.705	188.587		
2030	120.010		264.021	2.376	3.326	4.657	6.520	9.128	12.779	17.890	25.046	35.065	49.091	68.727	96.218	134.705	188.587	264.021	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 21: Potencial de remoção de CO₂eq pela restauração de APPs nos Pampas.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	553	6,5	3.569	3.569															
2017	774		4.996	3.569	4.996														
2018	1.084		6.995	3.569	4.996	6.995													
2019	1.517		9.792	3.569	4.996	6.995	9.792												
2020	2.124		13.709	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709											
2021	2.974		19.193	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193										
2022	4.164		26.871	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871									
2023	5.829		37.619	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619								
2024	8.161		52.666	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666							
2025	11.426		73.733	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733						
2026	15.996		103.226	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733	103.226					
2027	22.394		144.517	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733	103.226	144.517				
2028	31.352		202.323	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733	103.226	144.517	202.323			
2029	43.892		283.252	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733	103.226	144.517	202.323	283.252		
2030	61.449		396.553	3.569	4.996	6.995	9.792	13.709	19.193	26.871	37.619	52.666	73.733	103.226	144.517	202.323	283.252	396.553	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 22: Potencial de remoção de CO₂eq pela restauração de APPs no Pantanal.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	110	10,2	1.117	1.117															
2017	154		1.564	1.117	1.564														
2018	216		2.190	1.117	1.564	2.190													
2019	302		3.066	1.117	1.564	2.190	3.066												
2020	423		4.292	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292											
2021	592		6.009	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009										
2022	828		8.412	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412									
2023	1.160		11.777	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777								
2024	1.623		16.488	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488							
2025	2.273		23.083	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083						
2026	3.182		32.316	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083	32.316					
2027	4.455		45.243	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083	32.316	45.243				
2028	6.236		63.340	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083	32.316	45.243	63.340			
2029	8.731		88.676	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083	32.316	45.243	63.340	88.676		
2030	12.223		124.147	1.117	1.564	2.190	3.066	4.292	6.009	8.412	11.777	16.488	23.083	32.316	45.243	63.340	88.676	124.147	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 23 Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL na Amazônia.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	18.700	18,2	340.091	340.091															
2017	26.180		476.127	340.091	476.127														
2018	36.652		666.578	340.091	476.127	666.578													
2019	51.313		933.209	340.091	476.127	666.578	933.209												
2020	71.838		1.306.492	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492											
2021	100.573		1.829.089	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089										
2022	140.802		2.560.725	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725									
2023	197.123		3.585.015	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015								
2024	275.973		5.019.021	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021							
2025	386.362		7.026.629	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629						
2026	540.906		9.837.281	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629	9.837.281					
2027	757.269		13.772.193	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629	9.837.281	13.772.193				
2028	1.060.176		19.281.070	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629	9.837.281	13.772.193	19.281.070			
2029	1.484.247		26.993.499	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629	9.837.281	13.772.193	19.281.070	26.993.499		
2030	2.077.945		37.790.898	340.091	476.127	666.578	933.209	1.306.492	1.829.089	2.560.725	3.585.015	5.019.021	7.026.629	9.837.281	13.772.193	19.281.070	26.993.499	37.790.898	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 24: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL na Mata Atlântica.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	12.420	19,6	243.639	243.639															
2017	17.388		341.095	243.639	341.095														
2018	24.343		477.532	243.639	341.095	477.532													
2019	34.080		668.545	243.639	341.095	477.532	668.545												
2020	47.713		935.964	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964											
2021	66.798		1.310.349	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349										
2022	93.517		1.834.489	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489									
2023	130.924		2.568.284	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284								
2024	183.293		3.595.598	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598							
2025	256.610		5.033.837	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837						
2026	359.254		7.047.371	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837	7.047.371					
2027	502.956		9.866.320	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837	7.047.371	9.866.320				
2028	704.138		13.812.848	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837	7.047.371	9.866.320	13.812.848			
2029	985.794		19.337.987	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837	7.047.371	9.866.320	13.812.848	19.337.987		
2030	1.380.111		27.073.182	243.639	341.095	477.532	668.545	935.964	1.310.349	1.834.489	2.568.284	3.595.598	5.033.837	7.047.371	9.866.320	13.812.848	19.337.987	27.073.182	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 25: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL no Cerrado.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	9.600	6,3	60.544	60.544															
2017	13.440		84.762	60.544	84.762														
2018	18.816		118.666	60.544	84.762	118.666													
2019	26.342		166.133	60.544	84.762	118.666	166.133												
2020	36.879		232.586	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586											
2021	51.631		325.620	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620										
2022	72.284		455.868	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868									
2023	101.197		638.216	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216								
2024	141.676		893.502	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502							
2025	198.346		1.250.902	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902						
2026	277.684		1.751.263	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902	1.751.263					
2027	388.758		2.451.769	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902	1.751.263	2.451.769				
2028	544.262		3.432.476	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902	1.751.263	2.451.769	3.432.476			
2029	761.966		4.805.467	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902	1.751.263	2.451.769	3.432.476	4.805.467		
2030	1.066.753		6.727.653	60.544	84.762	118.666	166.133	232.586	325.620	455.868	638.216	893.502	1.250.902	1.751.263	2.451.769	3.432.476	4.805.467	6.727.653	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 26: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL na Caatinga.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	860	2,2	1.892	1.892															
2017	1.204		2.649	1.892	2.649														
2018	1.686		3.708	1.892	2.649	3.708													
2019	2.360		5.192	1.892	2.649	3.708	5.192												
2020	3.304		7.268	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268											
2021	4.625		10.176	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176										
2022	6.475		14.246	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246									
2023	9.066		19.944	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944								
2024	12.692		27.922	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922							
2025	17.769		39.091	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091						
2026	24.876		54.727	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091	54.727					
2027	34.826		76.618	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091	54.727	76.618				
2028	48.757		107.265	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091	54.727	76.618	107.265			
2029	68.259		150.171	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091	54.727	76.618	107.265	150.171		
2030	95.563		210.239	1.892	2.649	3.708	5.192	7.268	10.176	14.246	19.944	27.922	39.091	54.727	76.618	107.265	150.171	210.239	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 27: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL nos Pampas.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	745	6,5	4.808	4.808															
2017	1.043		2.295	4.808	2.295														
2018	1.460		3.212	4.808	2.295	3.212													
2019	2.044		4.497	4.808	2.295	3.212	4.497												
2020	2.862		6.296	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296											
2021	4.007		8.815	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815										
2022	5.610		12.341	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341									
2023	7.853		17.277	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277								
2024	10.995		24.188	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188							
2025	15.392		33.863	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863						
2026	21.549		47.409	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863	47.409					
2027	30.169		66.372	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863	47.409	66.372				
2028	42.237		92.921	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863	47.409	66.372	92.921			
2029	59.132		130.090	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863	47.409	66.372	92.921	130.090		
2030	82.784		182.126	4.808	2.295	3.212	4.497	6.296	8.815	12.341	17.277	24.188	33.863	47.409	66.372	92.921	130.090	182.126	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 28: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 100% de RL no Pantanal.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	96	10,2	975	975															
2017	134		1.365	975	1.365														
2018	188		1.911	975	1.365	1.911													
2019	263		2.676	975	1.365	1.911	2.676												
2020	369		3.746	975	1.365	1.911	2.676	3.746											
2021	516		5.244	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244										
2022	723		7.342	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342									
2023	1.012		10.278	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278								
2024	1.417		14.390	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390							
2025	1.983		20.145	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145						
2026	2.777		28.203	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145	28.203					
2027	3.888		39.485	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145	28.203	39.485				
2028	5.443		55.279	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145	28.203	39.485	55.279			
2029	7.620		77.390	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145	28.203	39.485	55.279	77.390		
2030	10.668		108.347	975	1.365	1.911	2.676	3.746	5.244	7.342	10.278	14.390	20.145	28.203	39.485	55.279	77.390	108.347	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 29: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL na Amazônia.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	14.025	18,2	255.068	255.068															
2017	19.635		357.095	255.068	357.095														
2018	27.489		499.933	255.068	357.095	499.933													
2019	38.485		699.907	255.068	357.095	499.933	699.907												
2020	53.878		979.869	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869											
2021	75.430		1.371.817	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817										
2022	105.602		1.920.544	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544									
2023	147.842		2.688.761	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761								
2024	206.979		3.764.266	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266							
2025	289.771		5.269.972	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972						
2026	405.680		7.377.961	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972	7.377.961					
2027	567.952		10.329.145	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972	7.377.961	10.329.145				
2028	795.132		14.460.803	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972	7.377.961	10.329.145	14.460.803			
2029	1.113.185		20.245.124	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972	7.377.961	10.329.145	14.460.803	20.245.124		
2030	1.558.459	28.343.174	255.068	357.095	499.933	699.907	979.869	1.371.817	1.920.544	2.688.761	3.764.266	5.269.972	7.377.961	10.329.145	14.460.803	20.245.124	28.343.174		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 30: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL na Mata Atlântica.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	9.315	19,6	182.729	182.729															
2017	13.041		255.821	182.729	255.821														
2018	18.257		358.149	182.729	255.821	358.149													
2019	25.560		501.409	182.729	255.821	358.149	501.409												
2020	35.785		701.973	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973											
2021	50.098		982.762	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762										
2022	70.138		1.375.866	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866									
2023	98.193		1.926.213	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213								
2024	137.470		2.696.698	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698							
2025	192.458		3.775.378	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378						
2026	269.441		5.285.529	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378	5.285.529					
2027	377.217		7.399.740	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378	5.285.529	7.399.740				
2028	528.104		10.359.636	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378	5.285.529	7.399.740	10.359.636			
2029	739.345		14.503.491	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378	5.285.529	7.399.740	10.359.636	14.503.491		
2030	1.035.083		20.304.887	182.729	255.821	358.149	501.409	701.973	982.762	1.375.866	1.926.213	2.696.698	3.775.378	5.285.529	7.399.740	10.359.636	14.503.491	20.304.887	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 31: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL no Cerrado.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	7.200	6,3	45.408	45.408															
2017	10.080		63.571	45.408	63.571														
2018	14.112		89.000	45.408	63.571	89.000													
2019	19.757		124.600	45.408	63.571	89.000	124.600												
2020	27.660		174.439	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439											
2021	38.723		244.215	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215										
2022	54.213		341.901	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901									
2023	75.898		478.662	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662								
2024	106.257		670.126	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126							
2025	148.760		938.177	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177						
2026	208.263		1.313.448	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177	1.313.448					
2027	291.569		1.838.827	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177	1.313.448	1.838.827				
2028	408.196		2.574.357	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177	1.313.448	1.838.827	2.574.357			
2029	571.475		3.604.100	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177	1.313.448	1.838.827	2.574.357	3.604.100		
2030	800.064		5.045.740	45.408	63.571	89.000	124.600	174.439	244.215	341.901	478.662	670.126	938.177	1.313.448	1.838.827	2.574.357	3.604.100	5.045.740	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 32: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL na Caatinga.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	645	2,2	1.419	1.419															
2017	903		1.987	1.419	1.987														
2018	1.264		2.781	1.419	1.987	2.781													
2019	1.770		3.894	1.419	1.987	2.781	3.894												
2020	2.478		5.451	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451											
2021	3.469		7.632	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632										
2022	4.857		10.684	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684									
2023	6.799		14.958	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958								
2024	9.519		20.941	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941							
2025	13.326		29.318	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318						
2026	18.657		41.045	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318	41.045					
2027	26.120		57.463	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318	41.045	57.463				
2028	36.568		80.449	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318	41.045	57.463	80.449			
2029	51.195		112.628	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318	41.045	57.463	80.449	112.628		
2030	71.672		157.679	1.419	1.987	2.781	3.894	5.451	7.632	10.684	14.958	20.941	29.318	41.045	57.463	80.449	112.628	157.679	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 33: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL nos Pampas.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	559	6,5	3.606	3.606															
2017	782		1.721	3.606	1.721														
2018	1.095		2.409	3.606	1.721	2.409													
2019	1.533		3.373	3.606	1.721	2.409	3.373												
2020	2.146		4.722	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722											
2021	3.005		6.611	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611										
2022	4.207		9.256	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256									
2023	5.890		12.958	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958								
2024	8.246		18.141	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141							
2025	11.544		25.398	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398						
2026	16.162		35.557	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398	35.557					
2027	22.627		49.779	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398	35.557	49.779				
2028	31.678		69.691	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398	35.557	49.779	69.691			
2029	44.349		97.567	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398	35.557	49.779	69.691	97.567		
2030	62.088		136.594	3.606	1.721	2.409	3.373	4.722	6.611	9.256	12.958	18.141	25.398	35.557	49.779	69.691	97.567	136.594	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 34: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 75% de RL no Pantanal.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	72	10,2	731	731															
2017	101		1.024	731	1.024														
2018	141		1.433	731	1.024	1.433													
2019	198		2.007	731	1.024	1.433	2.007												
2020	277		2.809	731	1.024	1.433	2.007	2.809											
2021	387		3.933	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933										
2022	542		5.506	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506									
2023	759		7.709	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709								
2024	1.063		10.792	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792							
2025	1.488		15.109	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109						
2026	2.083		21.153	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109	21.153					
2027	2.916		29.614	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109	21.153	29.614				
2028	4.082		41.459	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109	21.153	29.614	41.459			
2029	5.715		58.043	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109	21.153	29.614	41.459	58.043		
2030	8.001		81.260	731	1.024	1.433	2.007	2.809	3.933	5.506	7.709	10.792	15.109	21.153	29.614	41.459	58.043	81.260	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 35: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL na Amazônia.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	9.350	18,2	170.045	170.045															
2017	13.090		238.063	170.045	238.063														
2018	18.326		333.289	170.045	238.063	333.289													
2019	25.656		466.604	170.045	238.063	333.289	466.604												
2020	35.919		653.246	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246											
2021	50.287		914.545	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545										
2022	70.401		1.280.362	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362									
2023	98.562		1.792.507	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507								
2024	137.986		2.509.510	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510							
2025	193.181		3.513.315	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315						
2026	270.453		4.918.640	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315	4.918.640					
2027	378.634		6.886.097	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315	4.918.640	6.886.097				
2028	530.088		9.640.535	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315	4.918.640	6.886.097	9.640.535			
2029	742.123		13.496.749	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315	4.918.640	6.886.097	9.640.535	13.496.749		
2030	1.038.973		18.895.449	170.045	238.063	333.289	466.604	653.246	914.545	1.280.362	1.792.507	2.509.510	3.513.315	4.918.640	6.886.097	9.640.535	13.496.749	18.895.449	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 36: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL na Mata Atlântica.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	6.210	19,6	121.820	121.820															
2017	8.694		170.547	121.820	170.547														
2018	12.172		238.766	121.820	170.547	238.766													
2019	17.040		334.273	121.820	170.547	238.766	334.273												
2020	23.856		467.982	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982											
2021	33.399		655.175	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175										
2022	46.758		917.244	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244									
2023	65.462		1.284.142	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142								
2024	91.647		1.797.799	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799							
2025	128.305		2.516.918	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918						
2026	179.627		3.523.686	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918	3.523.686					
2027	251.478		4.933.160	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918	3.523.686	4.933.160				
2028	352.069		6.906.424	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918	3.523.686	4.933.160	6.906.424			
2029	492.897		9.668.994	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918	3.523.686	4.933.160	6.906.424	9.668.994		
2030	690.056	13.536.591	121.820	170.547	238.766	334.273	467.982	655.175	917.244	1.284.142	1.797.799	2.516.918	3.523.686	4.933.160	6.906.424	9.668.994	13.536.591		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 37: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL no Cerrado.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	4.800	6,3	30.272	30.272															
2017	6.720		42.381	30.272	42.381														
2018	9.408		59.333	30.272	42.381	59.333													
2019	13.171		83.066	30.272	42.381	59.333	83.066												
2020	18.440		116.293	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293											
2021	25.816		162.810	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810										
2022	36.142		227.934	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934									
2023	50.598		319.108	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108								
2024	70.838		446.751	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751							
2025	99.173		625.451	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451						
2026	138.842		875.632	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451	875.632					
2027	194.379		1.225.884	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451	875.632	1.225.884				
2028	272.131		1.716.238	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451	875.632	1.225.884	1.716.238			
2029	380.983		2.402.733	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451	875.632	1.225.884	1.716.238	2.402.733		
2030	533.376	3.363.827	30.272	42.381	59.333	83.066	116.293	162.810	227.934	319.108	446.751	625.451	875.632	1.225.884	1.716.238	2.402.733	3.363.827		

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 38: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL na Caatinga.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	430	2,2	946	946															
2017	602		1.324	946	1.324														
2018	843		1.854	946	1.324	1.854													
2019	1.180		2.596	946	1.324	1.854	2.596												
2020	1.652		3.634	946	1.324	1.854	2.596	3.634											
2021	2.313		5.088	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088										
2022	3.238		7.123	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123									
2023	4.533		9.972	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972								
2024	6.346		13.961	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961							
2025	8.884		19.545	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545						
2026	12.438		27.363	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545	27.363					
2027	17.413		38.309	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545	27.363	38.309				
2028	24.378		53.632	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545	27.363	38.309	53.632			
2029	34.130		75.085	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545	27.363	38.309	53.632	75.085		
2030	47.782		105.120	946	1.324	1.854	2.596	3.634	5.088	7.123	9.972	13.961	19.545	27.363	38.309	53.632	75.085	105.120	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 39: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL nos Pampas.

Ano	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	373	6,5	2.404	2.404															
2017	522		1.147	2.404	1.147														
2018	730		1.606	2.404	1.147	1.606													
2019	1.022		2.249	2.404	1.147	1.606	2.249												
2020	1.431		3.148	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148											
2021	2.003		4.407	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407										
2022	2.805		6.170	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170									
2023	3.927		8.639	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639								
2024	5.497		12.094	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094							
2025	7.696		16.932	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932						
2026	10.775		23.704	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932	23.704					
2027	15.085		33.186	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932	23.704	33.186				
2028	21.118		46.461	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932	23.704	33.186	46.461			
2029	29.566		65.045	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932	23.704	33.186	46.461	65.045		
2030	41.392		91.063	2.404	1.147	1.606	2.249	3.148	4.407	6.170	8.639	12.094	16.932	23.704	33.186	46.461	65.045	91.063	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 40: Potencial de remoção de CO₂eq pela recomposição de 50% de RL no Pantanal.

Anos	Área R.L. recuperada	Fator de conversão tCO ₂ /ha*ano	tCO ₂ Removido	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2016	48	10,2	488	488															
2017	67		683	488	683														
2018	94		956	488	683	956													
2019	132		1.338	488	683	956	1.338												
2020	184		1.873	488	683	956	1.338	1.873											
2021	258		2.622	488	683	956	1.338	1.873	2.622										
2022	361		3.671	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671									
2023	506		5.139	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139								
2024	708		7.195	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195							
2025	992		10.073	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073						
2026	1.388		14.102	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073	14.102					
2027	1.944		19.742	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073	14.102	19.742				
2028	2.721		27.639	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073	14.102	19.742	27.639			
2029	3.810		38.695	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073	14.102	19.742	27.639	38.695		
2030	5.334		54.173	488	683	956	1.338	1.873	2.622	3.671	5.139	7.195	10.073	14.102	19.742	27.639	38.695	54.173	

Fonte: Elaboração própria.