UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

CAMILA LAGO BRAGA

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DO PLANO DA AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO (ABC) NO ESTADO DO MARANHÃO

São Luís
2016

CAMILA LAGO BRAGA

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DO PLANO DA AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO (ABC) NO ESTADO DO MARANHÃO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agronômica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Reis de Freitas

São Luís
2016

BRAGA, Camila Lago.

Avaliação do potencial de mitigação das tecnologias do Plano da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) no estado do Maranhão. / Camila Lago Braga – São Luís, 2016.
79 f. il

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia. Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Dr. Antônio Carlos Reis de Freitas

1.Agropecuária. 2. Gás de Efeito Estufa. 3. Mitigação. 4. Governança. I. Título

CDU:632.11:551588.7(812.1)

CAMILA LAGO BRAGA

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DO PLANO DA AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO (ABC) NO ESTADO DO MARANHÃO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agronômica da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agronômica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Reis de Freitas

Aprovada em: 15 / 01 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Carlos Reis de Freitas (Orientador)
Prof. Departamento de História e Geografia /CECEN
Universidade Estadual do Maranhão
Pesquisador da Embrapa Cocais

Prof. Dr. José Sampaio Mattos Júnior
Prof. Departamento de História e Geografia/CECEN
Universidade Estadual do Maranhão

Profa. Dra. Sandra Maria Oliveira Sá
Prof. UEMANET
Universidade Estadual do Maranhão

A Deus, por estar comigo a cada momento da minha vida, e minha família, pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo e de todos, meu agradecimento vai para o meu Deus, quem tem me sustentado em todo o tempo, tem sido fiel em suas promessas para minha vida e tem me mantido firme mesmo em meio as dificuldades. Não existem palavras suficientes para declarar o meu amor por Ele.

Agradeço as pessoas mais importantes da minha vida, aos meus pais e pastores, Eliomar Everton e Carmem Lúcia Lago, e a minha amada irmã, Vanessa Lago, pelo amor incondicional, pela força e apoio que tenho recebido ao longo da minha caminhada, além das correções que me levaram a ser alguém melhor e mais capaz de enfrentar as batalhas do dia-a-dia.

Ao meu orientador Dr. Carlos Freitas pelo aprendizado que me proporcionou, o incentivo e acima de tudo a paciência despendida, dedicando tempo fora de seu expediente de trabalho para me orientar na execução desta pesquisa. Agradeço pela presteza na correção dos capítulos e pelo exemplo de pesquisador que quero seguir na minha caminhada profissional. Nos vemos no mestrado!

Aos meus amigos queridos, Larissa, Yamille, Núbia, Adriano, Reginaldo, Rafael, Betânia, Daniel Hossoe, Raimundo, Clenilma (e tantos outros), que me deram força e me sustentaram em oração durante todas as etapas da minha vida, fossem elas tristes ou felizes. E também por estarem dispostos a me ajudarem nos momentos em que precisei, principalmente durante a finalização deste trabalho. Muito obrigada!

As minhas amigas de todo o tempo, Eliane e Deusamar, pelo companheirismo e amizade que me foram muito importantes para chegar onde estou hoje.

Ao Luiz Coelho, pela disponibilidade e disposição em fornecer os dados e informações necessárias para elaboração deste trabalho.

Agradeço ao Thiago, o melhor professor de inglês do mundo, pela correção do abstract nesta monografia.

Assim agradeço a todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a elaboração desta pesquisa.

"Assim, ao Rei eterno, imortal, invisível, Deus único, honra e glória pelos séculos dos séculos. Amém!"

I Timóteo 1:17

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar e caracterizar o potencial de mitigação das tecnologias do Plano ABC no estado do Maranhão. A partir da criação do Plano ABC, em 2012, foram preconizadas metas de redução das emissões de CO_2 na atmosfera, por meio da adoção de algumas tecnologias, a saber: Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Sistema Plantio Direto (SPD), Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), Florestas Plantadas e Tratamento de Dejetos Animais. Assim, baseado na metodologia do Observatório ABC (FGV, 2015), foram estimadas as emissões de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), considerando as projeções do IBGE para produção agrícola e efetivo bovino no Maranhão para os anos de 2006 e 2014. Doravante, projetaram-se as emissões para 2020, comparando os cenários de mitigação, decorrentes da implantação das tecnologias preconizadas no Plano ABC Estadual. À vista disso, foram realizadas entrevistas com membros do Grupo Gestor Estadual (GGE), a fim de compreender a estrutura de governança do Plano. Por conseguinte, foi constatado maior peso das emissões de GEE na pecuária do estado, e menor potencial de mitigação, se comparado às emissões resultantes do CH_4 em plantio de arroz irrigado e N_2O pelo uso de fertilizantes nitrogenados em solos agrícolas, demonstrando a necessidade de se estabelecer outras medidas que visem alcançar o compromisso assumido pelo Maranhão na redução das emissões de GEE. Para tanto, é preciso desenvolver a estrutura de governança no estado, sobretudo, a partir da divulgação do Plano e transferência de tecnologia aos produtores.

Palavras-chave: Agropecuária. Gases de Efeito Estufa. Mitigação. Governança.

ABSTRACT

The aim of this paper is to characterize and evaluate the mitigation potential of technologies of the *Plano* ABC in the state of *Maranhão*. Since the creation of the *Plano* ABC, in 2012,itwas recommended goals of reduction of the CO_2 emissions in the atmosphere through the adoption of some technologies, such as: Recovery of Degraded Pastures (RPD*)*, Farming-Livestock-Forest Integration (FLFi), Direct Planting System (DPS), Biological Fixation of Nitrogen (BFN), Planted Forests and Treatment of Animals' Waste. Thus, based on the observation methodology of ABC (FGV, 2015), it was estimated the methane emissions (CH_4) andnitrous oxide (N_2O) considering the projections of *IBGE* for agricultural production and the number of bovinein *Maranhão*, in the years 2006 and 2014. Henceforth, emissions were projected for 2020, comparing the scenarios of mitigation arising from the technologies implantation recommended in the state *Plano* ABC. In view of this, members of the *Grupo Gestor Estadual* (GGE) were interviewed, in order to understand the plan governance structure. Finally, it was found the greatest weight of GGE emissions in livestock of the state and lower mitigation potential if compared to the emissions of CH_4 in planting rice and N_2O by the use of nitrogen fertilizers in agricultural soils, demonstrating the need to establish other measures intended to achieve the commitment of the *Maranhão* in reducing GGE's emissions. For such, it needs to develop a governance structure in the state of *Maranhão*, above all, from the disclosure of the *Plano* ABC and transfer of technology to the producers.

Keywords: Agriculture. Greenhouse Gases. Mitigation. Governance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Percentual de emissões de N_2O dos subsetores para o setor Agropecuário.....	26
Figura 2	Participação dos subsetores nas emissões da agropecuária maranhense, no ano de 2014.....	61
Tabela 1	Processo Tecnológico, compromisso nacional de mitigação (milhões de $MgCO_2eq$) e potencial de mitigação (milhões Mg CO_2eq.).....	37
Tabela 2	Fatores de emissão de metano para fermentação entérica de gado de corte (macho e jovem) e classificação do gado bovino por idade (%) no Maranhão.....	41
Tabela 3	Quantidade de Nitrogênio excretado por idade do bovino de corte.....	41
Tabela 4	Fator de emissão de fertilizantes nitrogenados sintéticos.....	42
Tabela 5	Conversão de emissões em GWP-100.....	44
Tabela 6	Tecnologias adotadas e os fatores de mitigação dos Gases de Efeito Estufa.....	44
Tabela 7	Classificação do gado bovino de corte por idade e projeções de emissões de metano, provenientes da pecuária do estado do Maranhão por fermentação entérica, para os anos de 2014 a 2020.....	48
Tabela 8	Projeções de emissões de N_2O proveniente da pecuária do estado do Maranhão por manejo de dejetos, de animais adultos e jovens, para os anos de 2014 a 2020.....	49
Tabela 9	Projeções de emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado no Maranhão, para os anos de 2014 a 2020.....	50
Tabela 10	Projeção de emissões de N_2O, provenientes do uso de fertilizantes nitrogenados no Maranhão, para os anos de 2014 a 2020.....	52
Tabela 11	Metas Estaduais, potencial de mitigação e percentual em relação às metas nacionais até 2020.....	53
Tabela 12	Metas Estaduais de RPD e iLPF e projeções das emissões mitigadas, no ano de 2014 a 2020.....	56
Tabela 13	Projeções de emissões na pecuária do Maranhão, considerando as emissões por fermentação entérica e dejetos de animais em pastagens e, cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020.....	57
Tabela 14	Metas Estaduais de SPD e FBN e projeção das emissões mitigadas, no ano de 2014 a 2020.....	59
Tabela 15	Projeção de emissões na pecuária do Maranhão, considerando as emissões por uso do solo e cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020.....	59
Gráfico 1	Fontes de emissões de GEE de 1979 a 2014.....	22
Gráfico 2	Estimativa de emissões entéricas do efetivo bovino no Maranhão, nos anos de 2006 a 2014.....	47
Gráfico 3	Emissões de CH_4 por idade do rebanho bovino de corte, no ano de 2014.....	48

Gráfico 4 Estimativa de emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado no Maranhão, nos anos de 2006 a 2014..... 50
Gráfico 5 Quantidade de Nitrogênio aplicado nas lavouras do Maranhão, de 2012 a 2014..... 51
Gráfico 6 Comparação entre as projeções de emissões na pecuária do Maranhão nos cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020..... 57
Gráfico 7 Metas Estaduais e projeção do potencial de mitigação para RPD e iLPF, para o ano de 2020..... 58
Gráfico 8 Metas Estaduais e estimativas do potencial de mitigação para SPD e FBN, para o ano de 2020..... 60
Quadro 1 Eventos realizados durante a elaboração do Plano ABC Estadual, dos anos de 2012 a 2013..... 64
Quadro 2 Ações Planejadas para execução dos Programas do Plano ABC..... 68
Box 1 Índice de Participação Produtiva (IPP)..... 40

LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
AGED	Agência Estadual de Defesa Agropecuária
AGERP	Agência Estadual de Pesquisa A gropecuária e de Extensão Rural do Maranhão
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BASA	Banco da Amazônia S.A.
BB	Banco do Brasil
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CFCs	Clorofluorcarbonos
CH_4	Metano
CIF	Fundos de Investimentos Climáticos
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CMEP	Crescimento Médio do Efetivo da Pecuária
CMPA	Crescimento Médio da Produtividade Agrícola
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO_2	Dióxido de carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COP	Conferência das Partes
ECO-92	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAEMA	Federação de Agricultura e Pecuária do Maranhão
FAPCEN	Fundação de Apoio à Pesquisa do Corredor de Exportação Norte
FBMC	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FETAEMA	Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Maranhão
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIP	Programa de Investimentos Florestais
FMNC	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
GEE	Gases de Efeito Estufa

Gex/CIM	Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
Gg	Gigagama
GGE	Grupo Gestores Estaduais
GT	Grupo de Trabalho
GVAgro	Centro de Estudo de Agronegócio da Fundação Getúlio Vargas
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFMA	Instituto Federal do Maranhão
iLP	Integração Lavoura-Pecuária
iLPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
INC/FCCC	Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IPP	Índice de Participação Produtiva
LAGET	Laboratório de Gestão do Território
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
N_2O	Óxido nitroso
NAE	Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
NAMAS	Ações Nacionalmente Apropriadas de Mitigação
PFCs	Perfluorcarbonos
PNMC	Política Nacional sobre Mudanças do Clima
Ppb	Parte por bilhão
Ppm	Parte por milhão
PRADAM	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do Bioma Amazônia
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RPD	Recuperação de Pastagens Degradadas
SAF	Secretaria de Agricultura Familiar
SAGRIMA	Secretaria de Agricultura e Pecuária do Maranhão

SDC	Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo
SECTI	Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SF_6	hexafluoreto de enxofre
SPD	Sistema de Plantio Direto
$tCO_2eq.$	Toneladas de Carbono equivalente
TDIV	Taxa de Desempenho de Infraestrutura Viária
TDMA	Taxa de Desempenho Médio da Agricultura
TDUI	Taxa de Desempenho Urbano-Industrial
Tg	Teragrama
UD	Unidades Demonstrativas
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UNCED	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas de Mudança Global do Clima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
2 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA AGROPEUÁRIA BRASILEIRA 20
2.1 Gases de Efeito Estufa (GEE) 20
2.2 Emissões no setor Agropecuária 21
2.2.1 Emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais 23
2.2.2 Emissões de metano do cultivo de arroz 25
2.2.3 Emissões de óxido nitroso (N_2O) de solos agrícolas e manejo de dejetos 25
2.2.4 Emissão de dióxido de carbono (CO_2) devido aos sistemas e práticas de manejo do solo para cultivo convencional 27
2.3 As mudanças climáticas no contexto normativo internacional 27
2.3.1 Convenção do Clima 28
2.3.1.1 Conferência das Partes 29
2.4 Política Nacional sobre Mudanças do Clima 30
2.4.1 Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) 31
2.4.2 Compromisso Nacional Voluntário 32
2.5 Plano Nacional sobre Mudanças do Clima 33
2.5.1 Programa ABC 35
2.5.2 Plano ABC 35
3 METODOLOGIA 38
3.1 Caracterização e estimativas das fontes de emissão de GEE no Maranhão 38
3.1.1 Classes de Rigor – *Tier* 38
3.1.2 Taxa de Desempenho Médio da Agricultura (TDMA) 39
3.1.3 Recorte e fonte da pesquisa 41
3.1.4 Cálculos das estimativas de fontes de emissões consideradas 41
3.1.4.1 Fontes de emissões de GEE na Pecuária 441
3.1.4.1.1 Fermentação entérica 441
3.1.4.1.1 Manejo de dejetos em pastagem 442
3.1.4.2 Fontes de emissões de GEE na agricultura 433
3.1.4.2.1 Cultivo de Arroz 433
3.1.4.3 Emissões de solos agrícolas 414
3.1.4.3.1 Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos 41
3.1.4.3.2 Manejo de dejetos em pastagem 42
3.1.5 Projeção das emissões 456
3.2 Análise da governança 46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 47

4.1 Caracterização das principais fontes de emissão do setor agropecuária no estado do Maranhão 47
4.1.1 Emissões na pecuária 47
4.1.1.1 Emissões de CH4 a partir da fermentação entéricas 48
4.1.1.2 Emissões de N2O a partir do manejo de dejetos em pastagens 49
4.1.2 Emissões na agricultura 50
4.1.2.1 Emissões de CH4 no arroz irrigado 50

4.1.2.2 Emissão de N2O de solos agrícolas 52
4.1.3 Balanço das emissões em tCO_2eq 53
4.2 Ações de mitigação 54
4.2.1 Mitigação por RPD e iLPF 55
4.2.2 Mitigação por SPD e FBN 55
4.3 Estudo de cenários 56
4.3.1 Cenários de mitigação na agropecuária 56
4.3.1.1 Estudo dos cenários na pecuária 57
4.3.1.2 Estudo dos cenários de solos agrícolas 59
4.3.2 Peso das emissões por sub-setor 61
4.4 Análise da Governança do Plano ABC Estadual 62
4.4.1 Construção dos Planos Estaduais 63
4.4.2 Elaboração do Plano no Estado do Maranhão 63
4.4.3 Ações e metas do Plano ABC Estadual 66
4.4.4 Governança e articulação institucional 68
4.4.5 Principais dificuldades do Plano ABC Estadual 70
4.4.6 Desembolso do Programa ABC no Maranhão 71
5 CONCLUSÃO 73
REFERÊNCIAS 73
APÊNDICE 79

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da atualidade refere-se à mudança global do clima, ocasionada pela elevação da temperatura do planeta, a qual é decorrente do aumento dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Segundo pesquisas recentes, a ação antropogênica tem acelerado esse processo, sobretudo, por meio das emissões causadas pelas operações industriais, setor de energia, agropecuária, mudança no uso da terra e florestas, bem como tratamento de resíduos.

Em termos políticos, o marco inicial para as discussões sobre as Mudanças Climáticas foi a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (RIO-92), realizada em 1992, no Rio de Janeiro, onde foi assinada a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima. Em 1994, a Convenção entrou em vigor e, a partir de então, foram realizadas reuniões, conhecidas como Conferência das Partes (COP) para o estabelecimento de propostas para minimizar o problema (LOPES, 2013).

Nesse contexto, durante a 15ª Conferência Marco das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-15), em Copenhague, Dinamarca, o Brasil estabeleceu um conjunto de Ações Nacionalmente Apropriadas de Mitigação (NAMAS, sigla em inglês) na forma de um compromisso voluntário de reduzir entre 36,1% a 38,9% as suas emissões projetadas até 2020, o que equivale a uma redução de cerca de 1,2 bilhão de tCO_2eq. (BRASIL, 2009a). E durante a COP-15, foi instituída a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), que transformou em leis as metas brasileiras, dando destaque às emissões geradas pelo setor agropecuário, responsável por cerca de 30% das emissões do Brasil (FGV, 2013a).

Diante disso, o Governo Federal criou, em 2012, o “Plano Nacional de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura", denominado Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). É, portanto, uma política pública composta de um conjunto de ações, a qual tem por objetivo promover a ampliação da adoção de algumas tecnologias agropecuárias sustentáveis com alto potencial de mitigação das emissões de GEE.

Essas tecnologias são: Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD), Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Sistema Plantio Direto (SPD), Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), Florestas Plantadas e Tratamento de Dejetos Animais. No mesmo ano da criação do Plano ABC, foi instituído o Programa ABC, com fins a prover o crédito agrícola destinado a projetos de mitigação de emissões de GEE na agropecuária.

Destarte, como parte dos objetivos do Plano ABC, tem-se o estabelecimento de uma governança nos estados brasileiros, a partir da criação de Grupos Gestores Estaduais (GGE), os quais têm por função instituir um Plano Estadual, que vise atingir as metas assumidas na COP-15, tencionando a disseminação e adoção de ações e tecnologias, de forma a alcançar escala que resulte nas reduções das emissões almejadas.

Diante do exposto, sabe-se que a agricultura e a pecuária são dependentes dos fatores climáticos como temperatura, pluviosidade, umidade do solo e radiação solar. Portanto, a ocorrência da mudança do clima pode afetar a produção agropecuária e trazer consequências negativas e imprevisíveis para esse setor, como: o aumento na concentração de CO_2; aumento da temperatura do ar e do solo; aumento de secas e chuvas torrenciais (extremos pluviométricos); bem como, aumento da frequência e severidade dos eventos extremos (GHINI, 2011; SHAW, 1997).

Com a expansão da fronteira agrícola ao longo dos anos no estado do Maranhão, tem-se o aumento do rebanho bovino, das pastagens degradadas, uso de fertilizantes sintéticos e, consequentemente, aumento das emissões de GEE. Dessa forma, é necessária a compreensão do cenário de emissão no estado, para que seja possível avaliar o impacto das tecnologias do Plano ABC na neutralização das fontes de emissão, preconizadas no Plano Estadual.

Nesse sentido, esta pesquisa teve por objetivo geral avaliar e caracterizar o potencial de mitigação das tecnologias do Plano ABC no estado do Maranhão. E, como objetivos específicos, propôs-se: analisar a governança do Plano Estadual, bem como, estimar e projetar cenários de emissão de GEE.

Com isso, o estudo está organizado em quatro capítulos, incluindo a presente introdução. No segundo capítulo, a abordagem está direcionada à análise teórica a respeito das principais fontes de emissão de GEE na agropecuária brasileira. Analisa-se, também, a estrutura normativa internacional em relação às mudanças climáticas globais, bem como, a participação do Brasil, por intermédio da criação de políticas públicas visando à mitigação das emissões de GEE no país.

No terceiro capítulo, foi apresentada a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos neste estudo, que perpassa por um levantamento bibliográfico sobre o tema, realização de entrevista, a fim de avaliar a governança do Plano ABC, até o cálculo das estimativas de emissões consideradas na agropecuária e seu potencial de mitigação.

O quarto capítulo está dividido em três subseções. Na primeira, são apresentadas as estimativas das emissões de GEE do setor agropecuário no estado do Maranhão. Na segunda subseção, são analisadas as ações de mitigação, dispostas no Plano ABC, considerando as

metas e projetando-as por meio de três cenários possíveis até o ano de 2020. E por último, na terceira, é discutida a elaboração do Plano ABC no estado do Maranhão, a sua governança e articulação institucional, as principais dificuldades enfrentadas para o cumprimento das metas propostas pelo Plano Estadual, bem como, a evolução do Programa ABC em relação à concessão de créditos para financiar a Agricultura de Baixo Carbono no estado.

Por fim, no capítulo 5, são apresentadas algumas considerações sobre o Plano ABC no estado do Maranhão, por meio de um diagnóstico. A partir disso, procurou-se sugerir possíveis soluções para aumentar a eficiência do Plano.

2 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE) NA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

O maior desafio ambiental, atualmente, são as mudanças climáticas[1] globais, resultantes do aumento da concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. As evidências dos impactos climáticos são notórias: o aquecimento global, a maior frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, as alterações nos regimes de chuvas, as perturbações nas correntes marinhas, a retração das geleiras e a elevação do nível dos oceanos são algumas de suas manifestações (CADERNOS NAE, 2005).

De acordo com Moss et al. (2000, apud CARDOSO, 2012), fazendo uma estimativa até 2030, a temperatura do planeta terá aumentado entre 0,5 ºC e 2,5 ºC, ao passo que para a Convenção Quadro das Nações Unidas de Mudança Global do Clima (UNFCCC)[2], em um cenário mais pessimista, a temperatura poderá aumentar 4,0 ºC até 2100 (IPCC, 2007), o que caracteriza um impacto significativo ao meio ambiente e, sobretudo, à manutenção da vida na terra. Marengo et al. (2007) ressalta que no Brasil, desde início do século XX, uma tendência de aquecimento tem sido observada em todo o país e tem sido detectado especialmente no inverno, cuja temperatura mínima tem apresentado uma taxa de aquecimento maior que a temperatura máxima.

A agricultura, nesse sentido, é uma atividade altamente dependente dos fatores climáticos, como temperatura, pluviosidade, umidade do solo e radiação solar, e também uma das mais afetadas pelas mudanças climáticas. As alterações nesses fatores atingem diretamente a produtividade e o manejo das culturas, como irrigação, controle de pragas e doenças, bem como nos sistemas sociais e econômicos.

2.1 Gases de Efeito Estufa (GEE)

O efeito estufa em si é um fenômeno natural e fundamental para a sobrevivência das espécies, é um mecanismo que mantém a temperatura média do planeta entre 14 ºC a 16 ºC. Como Cardoso (2012, p. 3) explicita, "a preocupação global não está voltada para o aquecimento causado por fontes naturais de GEE", sem o qual o planeta seria muito frio para suportar, "mas sim no aumento das concentrações de GEE na atmosfera por ação

[1]A UNFCCC define "Mudança do clima", como uma mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis.

[2] Sigla em inglês para "United Nations Framework Convention on Climate Change"

antropogênica, que causam o aquecimento global adicional e, consequentemente, as mudanças climáticas".

A UNFCCC (1992, p. 4) define Gases de Efeito Estufa "como os constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais quanto antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha". Os GEE impedem a liberação para o espaço do calor emitido pela superfície terrestre, a partir de seu aquecimento pelo sol, tal qual ocorre em uma estufa.

A ação antrópica, intensificada a partir da Revolução Industrial, gera inúmeras fontes de emissão de GEE, como: queima de combustíveis fósseis, desmatamento, drenagem de pântanos, fertilizações nitrogenadas ineficientes, queimadas, preparo intensivo do solo, dentre outros. Com a intensificação dessas atividades e, consequentemente, com o aumento das emissões dos GEE na atmosfera (principalmente o dióxido de carbono), detectou-se aumento do aprisionamento de calor no planeta Terra durante um longo período de tempo. (CORDEIRO et al., 2011).

Os principais GEE contemplados pelo Protocolo de Quioto são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6). Dentre os Gases de Efeito Estufa (GEE), os mais significativos nas emissões do setor agropecuário são: o dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (NO_2) e metano (CH_4), emitidos pela intensificação da atividade antrópica.

2.2 Emissões no setor Agropecuária

Nos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), é evidenciada a interferência do homem na aceleração desses fenômenos climáticos. Sendo assim, os setores que são apontados como os maiores causadores da liberação de GEE na atmosfera são: a) energia, por meio das emissões, devido à queima de combustíveis e emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral; b) processos industriais, relacionados à queima de combustíveis; c) agropecuária, causados pela fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz inundado e queima de resíduos agrícolas; d) mudança no uso da terra e florestas, que são as emissões e remoções, resultantes das variações da quantidade de carbono; e) tratamento de resíduos, emissões pela disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgotos (MCTI, 2013).

Segundo MCTI (2014), no caso específico do Brasil, as principais fontes de emissão de GEE são aquelas provenientes da energia (queima de combustíveis fósseis, dentre outros) e

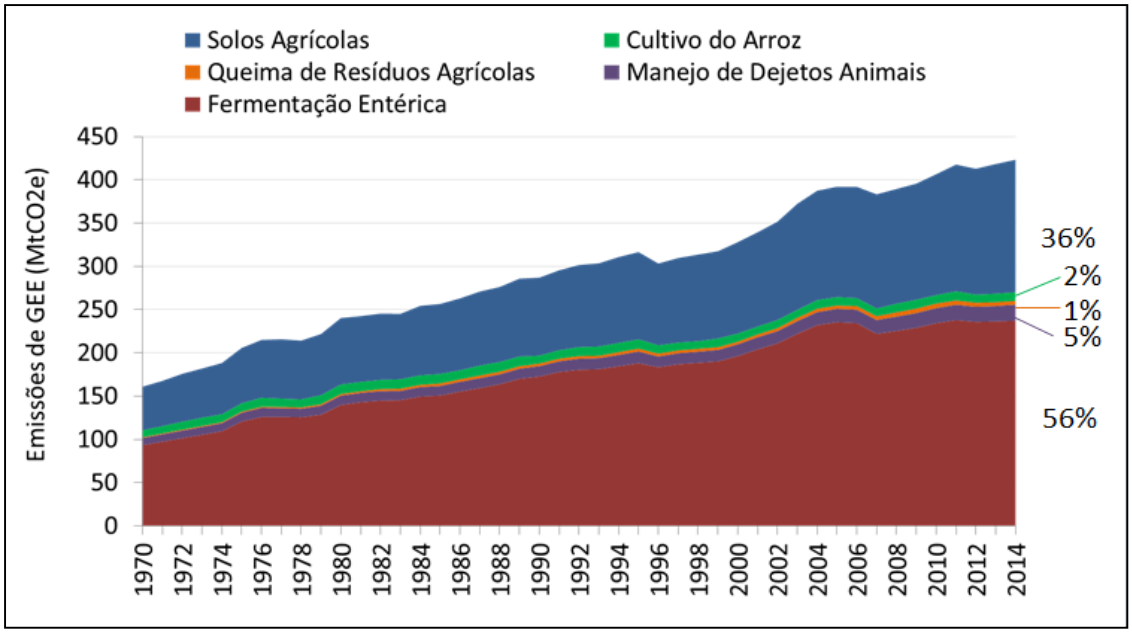
da agropecuária, representando, em 2012, 37% do total cada uma. O uso do solo, mudança do uso da terra e das florestas, representou, no mesmo ano, 15% das emissões (em mil toneladas de CO_2eq.[3]). Segundo Campanili (2015), a agropecuária, em 2015, reduziu suas emissões para 27% do total. Avaliando as atividades da agropecuária, afirma ainda que:

> Por atividades agropecuárias, as que mais contribuíram para as emissões brasileiras em 2014 foram a pecuária de corte (60%), seguida pela pecuária leiteira (12%) e pelos fertilizantes sintéticos (8%). Embora o padrão histórico das emissões do setor agropecuário tenha se mantido, com a pecuária de corte ainda isolada na primeira colocação, foi detectado um crescente aumento do uso e emissões de fertilizantes, fazendo com que tivesse, em 2014, o dobro de emissões da média histórica. (CAMPANILI, 2015, p.1)

Partindo da análise feita por Campanili (2015), no Brasil, além da pecuária extensiva que contribui com a maior parte das emissões do setor, existe uma tendência crescente na utilização de fertilizantes sintéticos, isso se deve, sobretudo, à expansão agrícola que vem ocorrendo no Brasil ao longo dos anos. Alguns processos são responsáveis pela maior parte dessas emissões, são eles: fermentação entérica nos herbívoros ruminantes (CH_4), produção de dejetos de animais (CH_4 e N_2O), preparo convencional do solo (CO_2), cultivo de arroz inundado (CH_4), queima de resíduos agrícolas (CO_2, CH_4, N_2O, entre outros), emissão de N_2O em solos pelo uso de fertilizantes nitrogenados.

Em dados mais recentes, o Observatório ABC (CAMPANILI, 2015) estima as emissões dentro setor agropecuária, conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Fontes de emissões de GEE de 1979 a 2014



Fonte: CAMPANILI (2015)

[3] Padrão comparativo entre os gases com relação aos respectivos potenciais de aquecimento global.

De acordo com o gráfico 1, as emissões diretas do setor agropecuária cresceram 160% desde 1970. Dentre esses subsetores, os que mais se destacaram foram os de fermentação entérica (gases resultantes do processo digestivo do gado), que corresponderam a 56% do total de emissões em 2014 e de solos agrícolas (emissões diretas, animais em pastagem, fertilizantes sintéticos, aplicação de adubos, resíduos agrícolas, dentre outros), com 36% do total.

Desta forma, avaliando as emissões neste setor, o Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (NAE) afirma que o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera é responsável por mais da metade do aquecimento global (Cadernos NAE, 2005). O dióxido de carbono é o gás de efeito estufa antrópico mais importante. A concentração atmosférica global de CO_2 aumentou de um valor pré-industrial de cerca de 280 ppm[4] para 401,58 ppm em 2015. Analisando o ano de 2010, com o valor de 389,6 ppm, temos um aumento de 3% em apenas 5 anos. Segundo o relatório da FGV (2015, p. 11), "na atividade agropecuária, o dióxido de carbono (CO_2) é emitido pelo cultivo dos solos e, também, pelo uso de energia fóssil em operações agrícolas, incluindo-se a associada a insumos como rações, fertilizantes e inseticidas".

O CH_4 é gerado por atividades como a pecuária, o cultivo de arroz inundado, a queima de combustíveis fósseis e de biomassa, insumos agrícolas e matéria orgânica em decomposição. A concentração do CH_4 na atmosfera passou de 715 ppb[5] no período pré-industrial para 1732 ppb no início dos anos 1990, chegando a 1774 ppb em 2005, e, atualmente, contribui com cerca de 15% do efeito estufa do planeta (IPCC, 2007).

O N_2O apresenta potencial de aquecimento global cerca de 300 vezes maior que o CO_2. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), sua concentração atmosférica global de um valor pré-industrial de cerca de 270 ppb aumentou para 319 ppb em 2005. Estima-se que ao menos um terço de todas as emissões de N_2O tem como causa as ações do homem, devendo-se, sobretudo, à agricultura, uma vez que é emitido, principalmente, pela adubação nitrogenada e pelas fezes e urina dos animais.

2.2.1 Emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais

No Brasil, o setor Agropecuária é o maior responsável pelas emissões de CH_4, que representa mais de 60% do total de emissões do setor (FGV, 2015). O metano emitido é

[4] Ppm = parte por milhão
[5] Ppb = parte por bilhão

resultante da fermentação entérica e de dejetos do rebanho de ruminantes, sobretudo, bovinos, visto que, o rebanho bovino do Brasil é o segundo maior do mundo.

As categorias de animais considerados pelas metodologias do IPCC (MCTI, 2014) incluem: animais ruminantes (gado de leite, gado de corte, búfalos, ovelhas e cabras) e animais não ruminantes (cavalos, mulas, asnos e suínos)[6]. Nesse sentido, ressalta-se que a produção de metano pelos ruminantes é parte do processo digestivo que ocorre no rúmen (também chamado de pré-estomago). A emissão de gases em forma de metano varia entre 4% a 12% da energia bruta do alimento ingerido, sendo em média de 6%, dependendo das características da dieta.

> A quantidade de metano produzida no processo de fermentação entérica depende de diversos fatores. Entre eles estão o tipo e a raça do animal (ocorrendo, inclusive, variações entre indivíduos da mesma raça), a quantidade e o tipo/digestibilidade do alimento consumido, a intensidade do esforço físico ao qual o animal é submetido, a prática de criação utilizada (pastejo extensivo, criação intensiva, etc.), a idade e o peso do animal (PALERMO, 2011, p. 39).

Assim, o que vai determinar a maior ou menor taxa de emissão de CH_4 na atmosfera será principalmente o manejo do rebanho, bem como fatores genéticos que estão relacionados ao animal e à raça.

Segundo Lima (2002), as estimativas das emissões globais de metano, a partir dos processos entéricos, chegam a 80 milhões de toneladas anuais, correspondendo cerca de 22% das emissões totais geradas por fontes antrópicas. No Brasil, as emissões de metano em 2012 contabilizaram 249.405 Gg CO_2eq. Do ano de 2000 até 2012, houve um aumento de 23,72% das emissões (MCTI, 2014).

A produção de metano ocorre também a partir dos dejetos[7] de animais, onde as bactérias (metanogênicas) são capazes de produzir quantidades consideráveis desse gás. Em sistemas intensivos, em que há um grande número de cabeças criadas em um espaço confinado, o agravante é a manipulação em forma líquida dos dejetos. As emissões globais de metano, provenientes dessa fonte, são estimadas em cerca de 25 milhões de toneladas por ano (LIMA, 2002), correspondendo a 7% das emissões totais de metano.

---

[6] No caso de herbívoros não ruminantes (cavalos, mulas e asnos), o metano também é produzido durante a decomposição digestiva dos compostos ingeridos no ceco, mas a ausência de rúmen nestas espécies previne a geração de altas quantidades desse gás como ocorre nos ruminantes. A contribuição de animais monogástricos às emissões globais de metano é considerada não significativa, representando apenas cerca de 5% das emissões totais de metano por animais domésticos e silvestres (MCTI, 2010a).

[7] Baseado na metodologia aplicada no relatório 5 do Observatório ABC (FGV, 2015), o manejo de dejetos animais se refere aos dejetos de animais confinados e manejados, portanto, os dejetos de animais criados em pasto não são contabilizados nesse caso.

As emissões a partir dos dejetos animais, no Brasil, em 2012, foram de 21.417 $GgCO_2eq.$, sendo a segunda atividade mais emissora desse gás no setor agropecuária (MCTI, 2014).

2.2.2 Emissões de metano do cultivo de arroz

Por conta da decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente na água, o arroz cultivado em campos inundados torna-se uma importante fonte de emissão de metano (AGOSTINETTO et al., 2002). "As maiores fontes destes no solo são a matéria orgânica natural, exsudatos das raízes das plantas e a matéria orgânica incorporada como fitomassa das plantas infestantes e restos culturais" (NEUE, 1993 apud AGOSTINETTO et al., 2002, p. 1074). Agostinetto et al. (2002) ressalta que a taxa de emissão de metano a partir de lavouras de arroz depende do estágio de desenvolvimento das plantas, do regime de irrigação, adição e tipo de fertilizantes, deposição de resíduos orgânicos e condições climáticas.

Dentre os países que mais emitem metano, o Brasil ocupa o décimo primeiro lugar, com uma emissão estimada em 0,53 Tg ano-1. Para o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, 2010c), baseando em estudos do IPCC, estima-se que a taxa de emissão global de metano nos campos de arroz irrigado varie de 20 a 100 Tg (média de 60 Tg) por ano, o que significa um total de 16% das emissões totais. No caso do Brasil, segundo aponta FGV (2015), a cultura de arroz contribuiu com a emissão de 464,9 $GgCH_4$ em 2011, ou seja, 2,7% do total emitido pelo setor em CO_2eq, enquanto que em 2012, houve uma redução de 11,8% desse valor, que passou para 410,0 $GgCH_4$, o que pode ter ocorrido por conta da redução da área plantada nessa safra (MCTI, 2014).

2.2.3 Emissões de óxido nitroso (N_2O) de solos agrícolas e manejo de dejetos

No Brasil, as emissões de N_2O[8] ocorrem, predominantemente, no setor Agropecuária, e esse é resultante da aplicação de fertilizantes nitrogenados, da deposição de dejetos de animais em pastagem, da incorporação no solo de resíduos de colheita e pelo cultivo de solos orgânicos, que aumenta a mineralização da matéria orgânica e libera óxido nitroso (MCTI, 2014).

A aplicação de adubos nitrogenados nas lavouras gera emissões de óxido nitroso (N_2O) por volatilização (passagem rápida de líquido para gás) ou lixiviação (dissolução por

[8] O potencial de aquecimento do N_2O é 310 vezes maior do que o do CO_2.

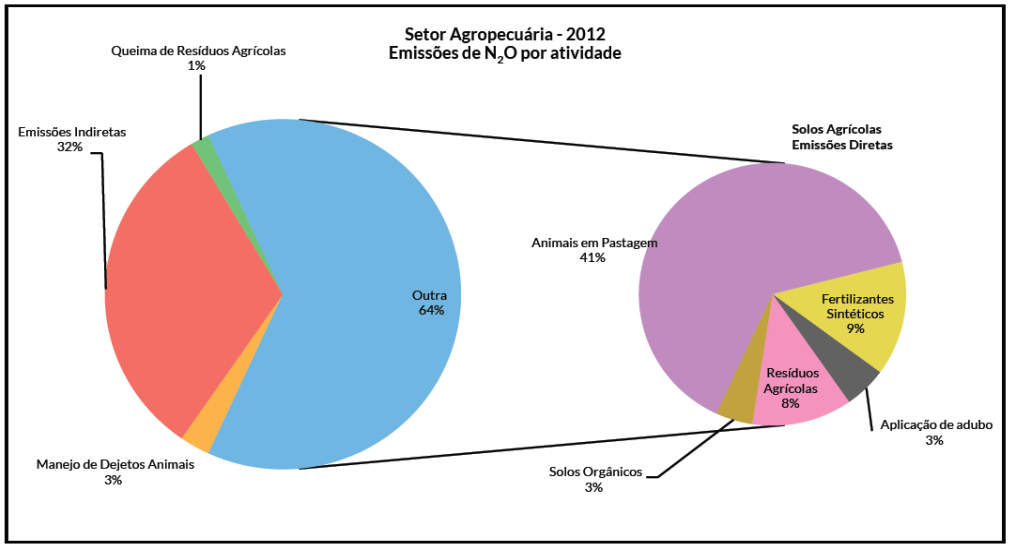
chuvas, passando pelo solo). Ademais, inclui tanto fertilização com adubação orgânica como sintética, tendo em vista que os fertilizantes sintéticos contribuem com 38% das emissões de N_2O (MCTI, 2014).

A emissão de N_2O por resíduos das culturas refere-se à decomposição ou queima das palhadas que ficam após a colheita. Atualmente, com a expansão de áreas implantadas com sistema de plantio direto, a prática de queima de resíduos acontece muito raramente (FGV, 2015).

De acordo com pesquisa desenvolvida pelo Observatório ABC (FGV, 2015) as emissões de N_2O são responsáveis por cerca de 35% do total do setor agropecuário, a principal fonte emissora é o solo agrícola que, entre emissões diretas e indiretas[9], totalizou 452,5 GgN_2O[10], representando 95,8% das emissões desse gás no setor em 2010. Segundo estimativas do MCTI (2014), nesse mesmo ano, as emissões de N_2O foram de 497,15 Gg. Enquanto isso, as emissões do manejo de dejetos de animais, em 2010, foi de 14,84 GgN_2O, e em 2012, com 14,96 GgN_2O, havendo um pequeno aumento de 0,8%.

Conforme a figura 1, percebe-se que as emissões diretas[11] dos solos agrícolas contribuem com 64% das emissões totais. Dentre os fatores de emissão apresentados, o mais importante é a deposição de dejetos, que corresponde a 41% das emissões diretas e isso acontece devido à predominância de uma pecuária extensiva no Brasil, acarretando na deposição de excretas (fezes e urinas) de animais em pastagens.

Figura 1 - Percentual de emissões de N_2O dos subsetores para o setor Agropecuária.



Fonte: MCTI, 2014

[9] Das emissões indiretas: deposição atmosférica, fertilizantes sintéticos, adubo animal, lixiviação.
[10] Nesse caso, entram as emissões de dejetos de animais não manejados em pastagem.
[11] Fazem parte das emissões diretas: esterco dos animais em pastagem, uso de fertilizante sintético, aplicação de adubo, resíduos agrícolas, áreas de cultivos de solo orgânicos.

2.2.4 Emissão de dióxido de carbono (CO_2) devido aos sistemas e práticas de manejo do solo para cultivo convencional

As mudanças que ocorrem no estoque de carbono são decorrentes do sistema de manejo ou produção, sobretudo, através do preparo convencional do solo, composto por intensas atividades de revolvimento (arados e grades), ocasionando o rompimento dos agregados do solo, expondo parte do C protegido no seu interior, tornando-o suscetível à mineralização. Posteriormente, podem ocorrer aumentos das taxas de decomposição da matéria orgânica do solo e das emissões de CO_2, isso porque resíduos de plantas existentes da área são incorporados ao solo, aumentando o conteúdo de material fresco para decomposição, aumentando as emissões de CO_2 (MORAIS, 2011).

Um dos fatores mais importantes, que representam as emissões de CO_2 a partir do uso do solo, são as pastagens degradadas. Em termos de área geográfica ocupada, as pastagens cultivadas correspondem ao tipo de uso da terra mais importante no Brasil e a maior parte dessas pastagens não se encontra em plena capacidade de produção vegetal.

Brasil (2012, p. 76) define a degradação de pastagens como sendo "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". Conforme o processo de degradação avance, percebe-se uma perda significativa de cobertura vegetal e redução no teor de matéria orgânica do solo que, por sua vez, resulta em um aumento das emissões de CO_2 para a atmosfera.

Atualmente, sabe-se que a diminuição na capacidade produtiva de pastagens reduz o estoque de carbono nos seus solos e, em contrapartida, a recuperação dessa capacidade aumenta esses estoques (ROSA et al., 2014). Portanto, uma alternativa viável para se alcançar a mitigação dessas emissões de CO_2 seria a recuperação da capacidade produtiva de biomassa das pastagens degradadas.

2.3 As mudanças climáticas no contexto normativo internacional

Na década de 1980, a preocupação com as consequências do efeito estufa e do aquecimento global, provenientes das atividades humanas, despertou a atenção do mundo para as mudanças climáticas, tornando essa temática como parte importante da agenda política internacional. A partir de então, buscou-se, através de uma série de conferências internacionais, um tratado mundial para enfrentar o problema.

Em junho de 1988, foi sediada no Canadá a "Conferência Mundial sobre Mudanças Atmosféricas", na qual foi debatida a criação de uma convenção internacional sobre o tema. Nesse mesmo ano, foi criado o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC - *Intergovernamental Panelon Climate Change*), um grupo responsável por reunir e avaliar informações técnicas e de caráter socioeconômico com base científica, a respeito do risco das mudanças climáticas induzidas pelas atividades humanas[12]. Em 1990, o IPCC publicou seu primeiro relatório, chamando a atenção dos políticos e organizações internacionais para o significativo aumento da concentração de GEE, observada ao longo dos últimos 150 anos (desde o período da Revolução Industrial).

Em resposta ao primeiro relatório do IPCC e devido aos riscos associados às mudanças climáticas, em 1990, a Assembleia Geral das Nações Unidas instituiu o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (INC/FCCC). E dois anos depois, em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), sediada no Rio de Janeiro, foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC/UNFCCC) (MAROUN, 2007).

2.3.1 Convenção do Clima

Em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como RIO-92, foi assinada, por 175 países mais a União Europeia, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC/UNFCCC), também chamada de Convenção do Clima. A Convenção entrou em vigor em 21 de março de 1994 e, até novembro de 2004, havia sido assinada por 189 países (Cadernos NAE, 2005; MAROUN, 2007).

> O objetivo principal da Convenção do Clima é estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em um nível seguro, que não comprometa a segurança alimentar e permita a adaptação natural dos ecossistemas, dentro de um modelo de desenvolvimento sustentável. (FUNAG, 2009, p. 32)

Essa Convenção buscou orientar, a partir de uma tomada de decisão entre seus Estados Partes, o combate aos efeitos das mudanças climáticas. Dentre esses Estados Partes, inclui-se

[12] O IPCC não realiza pesquisas ou monitora dados sobre o clima, mas baseia suas avaliações na literatura técnica e científica e tem como parâmetros dessa atividade a comunicação de modo compreensível, objetivo, aberto e transparente. Assim, reúne o trabalho de centenas de especialistas de diversas partes do mundo, buscando elaborar relatórios com variados pontos de vista e que sejam relevantes para a elaboração de políticas públicas, sem, no entanto, predeterminá-las. (BIOCLIMÁTICO, s/a)

o Brasil, que aperfeiçoou seu trâmite interno através do Decreto Presidencial nº 2.652 de 01 de julho de 1998.

A Convenção do Clima estabeleceu como braço executivo a Conferência das Partes, que é o órgão supremo da convenção, cuja responsabilidade é "manter regularmente sob exame a implementação da Convenção, assim como quaisquer instrumentos jurídicos que a Conferência das Partes vier a adotar, além de tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção" (BNDES, 1999, p. 17).

2.3.1.1 Conferência das Partes

Após as duas primeiras Conferência das Partes (COP-1 e COP-2), ocorridas em 1995 e 1996, ficou convencionada a necessidade de elaborar um Protocolo com obrigações legais e metas vinculantes para a redução das emissões de GEE.

Assim, durante a COP-3, foi estabelecido o Protocolo de Quioto, negociado em 1997 na cidade de Quioto, no Japão, como o primeiro passo concreto para combater as mudanças climáticas globais. Conforme o Cadernos NAE (2005), ficou estabelecido no Protocolo de Quioto, uma meta de redução (média) de 5,2%, em relação aos níveis de emissão dos países industrializados (constantes do Anexo I da Convenção), a ser atingida no período de 2008 a 2012.

O Protocolo de Quioto inclui três mecanismos de flexibilização a serem utilizados para cumprimento dos compromissos da Convenção, são eles: implementação conjunta, comércio de emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os dois primeiros objetivam a contabilização das reduções líquidas de emissão de gases, através da execução de projetos em outros países (abarcam somente os países que constam no Anexo 1[13] da Convenção, ou seja, países industrializados). O MDL, por sua vez, foi desenvolvido a partir de uma proposta da delegação brasileira, a qual previa a constituição de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, com o qual países desenvolvidos pudessem financiar projetos em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de seus compromissos (BNDES, 1999).

Os países em desenvolvimento, como Brasil, Índia e China, foram isentos desse compromisso assumido pelos países industrializados. No entanto, comprometeram-se a criar programas de redução das emissões de GEE nos setores de energia, transporte, indústria,

[13] Nos anexos I e II, contidos no Protocolo de Quioto, são especificados quais os países que têm metas a serem cumpridas. No primeiro, estão listados os países desenvolvidos. Já no segundo, encontram-se países em desenvolvimento que, apesar de terem ratificado o Protocolo de Quioto, não possuem metas de redução. Contudo, podem realizar atividades nele previstas.

agricultura, tratamento de resíduos e manejo florestal, acordo esse, promulgado pelo Brasil através do Decreto nº. 5.445, de 12 de maio de 2005. Outro compromisso assumido foi o de apresentar o Inventário Nacional de GEE e preparar uma comunicação nacional periódica para a convenção, reportando suas ações (MAROUN, 2007). No entanto, Lima (2012, p. 4) ressalta que:

> Passado mais de dez anos da criação do Protocolo de Quioto, observou-se que as metas estabelecidas por esse documento não tiveram o êxito esperado. Além disso, foram feitas constatações importantes por institutos e organismos de pesquisas, com destaque ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que em seu último relatório, publicado em 2007, mostrou dados alarmantes quanto à situação do planeta em virtude do aumento da temperatura, verificando uma elevação de temperatura de 1,8ºC até 4ºC para a Terra até 2100, provocando implicações ambientais quiçá irreversíveis.

Tendo em vista a falta de êxito observada pela Convenção aos acordos do Protocolo de Quioto, em 2009, foi realizada na cidade de Copenhague, na Dinamarca, a décima quinta Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (COP-15), cujo objetivo foi o de celebrar um novo tratado internacional que instituísse novas metas de redução da emissão dos GEE, produzindo o que se esperava ser "um novo regime global de combate aos gases-estufa" (FGV, 2013a, p. 2). Contudo, não houve a criação de um novo protocolo, com novas metas, como se havia esperado, ao invés disso resultou em um mero acordo político, sem cunho obrigatório, passando para as próximas Conferências das Partes as discussões acerca da elaboração de um novo Protocolo.

2.4 Política Nacional sobre Mudanças do Clima

Devido à queda na taxa de desmatamento na Amazônia e após ser pressionado interna e externamente para assumir compromissos de combate ao aquecimento global, em 2007, o Brasil criou um Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), promulgado através do Decreto nº 6.263, com a função de elaborar a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima. A proposta da Política Nacional sobre Mudanças do Clima foi encaminhada ao Poder Legislativo no dia 5 de junho de 2008, por meio de um projeto de Lei n°. 3.538/2008, no qual foram fixados os objetivos, diretrizes, instrumentos e norteada a criação do Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, de planos Estaduais, bem como de outros Planos e ações relacionadas à questão do clima (BRASIL, 2008).

Em vista disso, durante a COP-15, a proposta da Política Nacional sobre Mudança do Clima foi apresentada formalmente. Pela primeira vez, um país emergente adotava metas numéricas voluntárias de corte de emissões para toda a sua economia (FGV, 2014). Para formalizar tais propostas, o Brasil ratificou essas metas no Congresso, na forma da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, instituindo essa Política Nacional.

A Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) estabeleceu alguns objetivos traçados em seu art. 4º, visando à proteção do clima através da redução das emissões de GEE e o desenvolvimento sustentável. Dentre os objetivos propostos, tem-se, no mesmo artigo, incisos II e IV, a redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes (em que a agropecuária é uma das principais); e o fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional, que se refere, sobretudo, a categorias de solos agrícolas e mudança do uso da terra.

2.4.1 Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC)

Como instrumento da PNMC, instituída na Lei nº 12.187/2009, Art. 6º, inciso VII, as linhas de crédito e financiamento específicas de agentes financeiros públicos e privados têm a função de estimular a adesão de tecnologias que mitiguem essas emissões. Posto isto, foi criado, a partir da Lei n°12.114, de 09 de dezembro de 2009 e, regulamentado pelo Decreto n° 7.343, de 26 de outubro de 2010, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.

O FNMC tem por finalidade assegurar recursos para apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação à mudança do clima e aos seus efeitos. A administração do FNMC é feita por um Comitê Gestor, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e, como agente financeiro, no que se refere aos recursos reembolsáveis, tem-se o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (BRASIL, 2009b).

A aplicação dos recursos do FNMC poderá ser destinada a diversas atividades, das quais se destacam[14]: (a) educação, capacitação, treinamento e mobilização na área de mudanças climáticas; (b) projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa - GEE; (c) pesquisa e criação de sistemas e metodologias de projeto e inventários que contribuam para a redução das emissões líquidas de gases de efeito estufa e para a redução das emissões de desmatamento e alteração de uso do solo; (d) sistemas agroflorestais que contribuam para

[14] Lei nº 12.114/2009. Art. 5°, parágrafo 4°.

redução de desmatamento e absorção de carbono por sumidouros e para geração de renda; (e) recuperação de áreas degradadas e restauração florestal, priorizando áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente e as áreas prioritárias para a geração e garantia da qualidade dos serviços ambientais, dentre outros (BRASIL, 2009b).

A presença desse Fundo Nacional para o Combate às Mudanças Climáticas tem papel decisivo na efetivação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, sobretudo, para promover e financiar projetos ou estudos de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação à mudança do clima e seus efeitos (BICHARA, 2012).

2.4.2 Compromisso Nacional Voluntário

O Estado Brasileiro, por meio da Política Nacional sobre Mudanças do Clima, estabeleceu o compromisso de reduzir entre 36,1% a 38,9% das suas emissões projetadas até 2020, o que equivale a uma redução de cerca de 1,2 bilhão de tCO_2eq (BRASIL, 2009a). No que concerne as emissões totais, o Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a PNMC, estabelece que serão implementadas ações para mitigar entre 1.168 milhões de tCO_2eq. e 1.259 milhões de tCO_2eq. do total das emissões estimadas e para tanto, serão consideradas as seguintes ações:

> I - Redução de oitenta por cento dos índices anuais de desmatamento na Amazônia Legal em relação à média verificada entre os anos de 1996 a 2005;
> II - Redução de quarenta por cento dos índices anuais de desmatamento no Bioma Cerrado em relação à média verificada entre os anos de 1999 a 2008;
> III - 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;
> IV - Recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas;
> V - Ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares;
> VI - Expansão da prática de plantio direto na palha em 8 milhões de hectares;
> VII - Expansão da fixação biológica de nitrogênio em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados;
> VIII - Expansão do plantio de florestas em 3 milhões de hectares;
> IX - Ampliação do uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m^3 de dejetos de animais; e
> X - Incremento da utilização na siderurgia do carvão vegetal originário de florestas plantadas e melhoria na eficiência do processo de carbonização (BRASIL, 2010).

Analisando as ações supracitadas, propostas pela PNMC, constata-se que há uma forte ênfase no controle do desmatamento na Amazônia Legal, bem como, na redução do desmatamento no Bioma Cerrado. Além disso, estão previstas ações voltadas para a recuperação de pastagens degradadas, a ampliação das áreas com o sistema de integração

lavoura-pecuária-floresta e a expansão da prática de plantio direto, entre outras práticas agrícolas para mitigar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

A Política Nacional sobre Mudanças do Clima versa em seu art. 6º vários mecanismos para a sua implementação, dentre eles, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, criado pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, que já tinha essa função preestabelecida, mediante Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007.

2.5 Plano Nacional sobre Mudanças do Clima

Ao criar o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, o Governo Federal buscou incorporar outros programas e projetos já existentes que tivessem atribuições que contribuíssem para a redução das emissões de GEE no escopo da Política Nacional sobre Mudanças do Clima. Além disso, o Decreto nº 6.263/2007 estabeleceu os processos de consulta pública, visando à garantia da transparência do processo de elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e à participação popular, através de consultas públicas, como a III Conferência Nacional do Meio Ambiente e as reuniões do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, denominadas "Diálogos Setoriais" (BRASIL, 2008).

No dia 1º de dezembro de 2008, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi apresentado oficialmente em cerimônia no Palácio do Planalto e tem por objetivo:

> (...) identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que possam ser empreendidas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima. (BRASIL, 2008, p. 26)

A Lei que regulamenta o Plano Nacional foi instituída através do Decreto nº 7.390/2010[15]. O Plano estrutura-se em quatro eixos: (I) oportunidades de mitigação; (II) impactos, vulnerabilidades e adaptação; (III) pesquisa e desenvolvimento; (IV) e educação, capacitação e comunicação. A PNMC divide os eixos temáticos por deliberações. O eixo de mitigação é subdividido, setorialmente, em: florestas, agropecuária, energia, resíduos, edificações, indústria e transporte. No eixo adaptação, as deliberações foram definidas considerando os temas: saúde, recursos hídricos, zona costeira e marinha, agropecuária, assentamentos humanos e ecossistemas naturais. Para os eixos pesquisa e desenvolvimento tecnológico e educação e cidadania ambiental, não houve divisão.

[15] Regulamenta os arts. 6°, 11° e 12° da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC

Dentre as oportunidades de mitigação no setor agrícola, apresentadas pelo Plano, entende-se que são ações de:

> (...) manejo adequado para aumentar o armazenamento de carbono no solo, recuperação de áreas degradadas, intensificação da pecuária bovina, melhorias em cultivos e na fertilização para reduzir emissões de CH_4 e N_2O, e estabelecimento de culturas energéticas (BRASIL, 2008, p. 28).

Para alcançar as referidas metas, na Lei nº 12.187/2009 da PNMC, Art. 11, parágrafo único, é estabelecida a criação de Planos setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas, visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono em diversos setores, incluindo a agropecuária, com vistas a atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAS). Desta forma, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima será integrado pelos planos de ação estabelecidos nessa lei.

De acordo com o Decreto 7.390/2010, todos os Planos Setoriais de Adaptação e Mitigação deveriam ser finalizados até 16 de abril de 2012, devendo possuir os seguintes conteúdos:

> I - meta de redução de emissões em 2020, incluindo metas gradativas com intervalo máximo de três anos;
> II - ações a serem implementadas;
> III - definição de indicadores para o monitoramento e avaliação de sua efetividade;
> IV - proposta de instrumentos de regulação e incentivo para implementação do respectivo Plano; e
> V - estudos setoriais de competitividade com estimativa de custos e impactos (BRASIL, 2010).

Nesse mesmo decreto, são estabelecidos planos de ação, visando à Prevenção e Controle do Desmatamento nos Biomas e Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas. Dentre eles, tem-se:

> I - Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm;
> II - Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado;
> III - Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE;
> IV - Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura; e
> V - Plano de Redução de Emissões da Siderurgia (BRASIL, 2010).

Para a agricultura, foi estabelecido o Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono, sendo instituído, a partir de então, 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 "Plano ABC" (Agricultura de

Baixa Emissão de Carbono), acompanhado do Programa ABC, instrumento pelo qual os agricultores brasileiros podem tomar crédito para as ações previstas no plano.

2.5.1 Programa ABC

Para o financiamento da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, atualmente o Brasil conta com cerca de R$ 5 bilhões anuais. Este montante está distribuído entre os recursos captados no Fundo Amazônia (R$ 1,3 bilhão em doações internacionais), a verba do petróleo alocada no Fundo Clima (R$ 500 milhões) e o programa ABC (R$ 3,4 bilhões). O MAPA, estima que para o alcance dos objetivos traçados pelo Plano ABC, no período compreendido entre 2011 e 2020, serão necessários recursos da ordem de R$ 197 bilhões, financiados com fontes orçamentárias ou por meio de linhas de crédito (MAPA, 2011).

O Programa ABC é o órgão financiador da redução das emissões de GEE na atividade agrícola, foi instituído em 17 de agosto de 2010 pelo MAPA. Segundo Observatório ABC (FGV, 2013a, p. 7), "o programa foi incluído no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011, para financiar os agricultores que adotassem práticas adequadas, tecnologias e sistemas produtivos eficientes que contribuíssem para a mitigação dos GEE". Sua forma de atuação é regionalizada, oferecendo a oportunidade de estados e municípios aderirem.

Os bancos credenciados a financiarem o Programa ABC são: Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); Banco do Brasil (BB), que é o grande agente financiador do Programa, devido ao uso da Poupança Rural BB para financiar ações do Programa ABC; e alguns bancos privados, que utilizam recursos do BNDES, no entanto, com uma baixa participação no Programa ABC devido aos altos riscos das operações envolvidas[16] (FGV, 2013a).

2.5.2 Plano ABC

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado de Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), foi estabelecido no caso específico da agricultura, como parte importante do compromisso assumido pelo Brasil

[16] Dentre os riscos, pode-se citar: a longa maturidade da operação (até quinze anos para amortização da dívida); o difícil acesso a informações por parte dos órgãos ambientais competentes, como, por exemplo, a situação da regularização ambiental do proponente; e o alto custo de transação para a tomada do crédito ABC junto ao BNDES. (FGV, 2013a)

na COP-15. A partir deste Plano, o Brasil se propôs a cumprir a meta de redução das emissões na agropecuária, de 133 a 166 milhões de tCO_2 eq., que corresponde a 22,5% da meta de redução nacional para os setores considerados no Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas, demonstrando a responsabilidade deste setor na mitigação das emissões de GEE (BRASIL, 2012).

A construção do Plano Setorial da Agricultura iniciou-se em 2009 sob a coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Inicialmente, para discutir os objetivos propostos e a elaboração do Plano, foi formado um Grupo de Trabalho (GT) por representantes do governo federal, tais como: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), dentre outros. Posteriormente, o GT incorporou representantes de organizações indicadas pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) (BRASIL, 2012).

O Plano ABC foi aprovado em maio de 2011, em reunião ordinária do Grupo Executivo do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (Gex/CIM), mas teve sua origem a partir do artigo 3º do Decreto de nº 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Assim, foi firmado o objetivo do Plano que é apresentar à sociedade um conjunto de ações que visem a adaptação e à mitigação das mudanças climática baseadas na redução das emissões no setor agropecuário, a partir da utilização de sistemas sustentáveis de produção e boas práticas agrícolas que gerem eficiência nos processos produtivos do setor (BRASIL, 2012)

O âmbito de atuação do Plano ABC é nacional, tendo seu período de duração de 2010 até 2020, sendo que nesse período estão previstas revisões e atualizações a cada dois anos, a fim de readequá-lo às demandas da sociedade e às novas tecnologias, incorporando assim novas metas (FGV, 2013b).

As tecnologias de mitigação propostas são em número de seis, a saber: recuperação de pastagens atualmente degradadas; implantação de áreas com integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF); ampliação do uso do Sistema Plantio Direto (SPD) e da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); e ampliação do uso de tecnologia para tratamento de dejetos. As metas propostas são apresentadas na tabela 1, onde é possível observar o maior potencial de mitigação no Processo tecnológico de RPD, com 15 milhões de ha, devido a extensas áreas de pastagens degradadas no Brasil. Em segundo lugar, tem-se a expansão do Sistema de Plantio Direto, que já se encontra em plena expansão no país.

Tabela 1 - Processo Tecnológico, compromisso nacional de mitigação (milhões de $MgCO_2eq$) e potencial de mitigação (milhões Mg CO_2eq.)

Processo Tecnológico	**Compromisso (aumento de área/uso) Milhões de $MgCO_2$ /ha**	**Potencial de mitigação (milhões Mg CO_2eq.)**
Recuperação de Pastagens Degradadas[1]	15,0 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)[2]	4,0 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto[3]	8,0 milhões ha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio[4]	5,5 milhões ha	10
Florestas Plantadas[5]	3,0 milhões ha	-
Tratamento de Dejetos Animais[6]	4,4 milhões m^3	6,9

Fonte: Brasil (2010)

Notas: [1]Por meio do manejo adequado e adubação. Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO_2 eq. $ha^{-1}.ano^{-1}$

[2]Incluindo Sistemas Agroflorestais (SAF's). Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO_2 eq. $ha^{-1}.ano^{-1}$

[3] Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO_2 eq. $ha^{-1}.ano^{-1}$

[4] Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO_2 eq. $ha^{-1}.ano^{-1}$

[5]Não está computado o compomisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia; e, não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.

[6] Base de cálculo foi de 1,56 Mg de CO_2 eq. m^{-3}.

Neste plano estão previstas diversas ações de capacitação e informação de técnicos e produtores rurais, fortalecimento da assistência técnica e extensão rural, campanhas publicitárias e de divulgação, estratégias de transferência de tecnologia, pesquisa, regularização fundiária e ambiental, incentivos econômicos, linhas de crédito rural, entre outra.

Para a efetividade do Plano ABC, e objetivando alcançar as metas estabelecidas pelo Brasil, foi necessário constituir parcerias entre estados e governo federal, onde cada um assumiu um compromisso institucional de consolidar uma agricultura de baixo carbono. Desta forma, é proposto pelo Plano Setorial, a criação de Planos Estaduais, visto que cada Estado brasileiro possui realidades distintas, apresentando diversidade natural, social, política e econômica.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica no presente trabalho está dividida em duas partes. A primeira refere-se com a caracterização das fontes de emissão de GEE, bem como os métodos utilizados para estimá-las, a fim de demonstrar possíveis cenários de mitigação no Maranhão. A segunda, relaciona-se aos procedimentos adotados para avaliar a governança do Plano ABC no Estado do Maranhão.

3.1 Caracterização e estimativas das fontes de emissão de GEE no Maranhão

Para estimar o balanço das emissões de GEE na agropecuária do estado do Maranhão, tomou-se por base a metodologia proposta pelo Observatório ABC, coordenado pelo Centro de Estudo de Agronegócio da Fundação Getúlio Vargas (GVAgro). Esse, por sua vez, teve como diretriz o Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estuda - Relatório de Referência, da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), ambos baseados na metodologia do IPCC (1996).

Considerando as limitações de dados, buscou-se avaliar somente algumas das fontes preconizadas no Plano ABC, são elas: emissões de CH_4 a partir da fermentação entérica em bovinos de corte, pois, estes encontram-se em maior numero no estado, consequentemente, possuem maior potencial de emissão; emissões de N_2O pelo manejo de dejetos de animais em pastagens, tendo em vista o rebanho bovino; e, de N_2O decorrente da utilização de fertilizantes nitrogenados. Foi avaliada as emissões de CH_4 do plantio de arroz irrigado, para demonstrar seu potencial de emissão, e a necessidade de inserir medidas mitigadoras nos Planos de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.

3.1.1 Classes de Rigor – *Tier*

Para se estimar as emissões em $tCO_2eq.$, utilizou-se o conceito de *Tier* (níveis ou camadas) o qual, segundo o IPCC (2006), consiste no nível de complexidade metodológica para elaboração de inventários em um país, mas que pode ser utilizado em estimativas regionais ou no nível do produtor rural. Em geral, as estimativas de emissão ou remoção são obtidas a partir do produto entre dado de atividade e fator de emissão.

Usualmente, três *tiers* são fornecidos. O *tier* 1 utiliza valores *default*, propostos pelo IPCC para fatores de emissão; o *tier* 2 utiliza valores nacionais (no caso de inventários estaduais, fatores de emissão mais apropriados para o estado podem existir ou ser desenvolvidos), é o fator intermediário; o *tier* 3 utiliza métodos mais elaborados como, por exemplo, modelagem, e demanda maior complexidade de dados.

Neste trabalho, foram utilizados como parâmetro metodológico o *tier* 1 e *tier* 2, por ser o método mais básico e mais utilizado e, em decorrência das limitações na obtenção dos dados. Nesses casos, os guias do IPCC disponibilizam os dados *defaults*, para realização das estimativas (FGV, 2015).

3.1.2 Taxa de Desempenho Médio da Agricultura (TDMA)

Para compreender a dinâmica da agricultura e pecuária no estado do Maranhão, utilizou-se a metodologia desenvolvida pelo Laboratório de Gestão do Território (LAGET) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sob liderança da professora Bertha K. Becker, com a colaboração do professor Cláudio A. G. Egler, bem como pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A mesma, foi elaborada visando a criação das Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Brasil (MMA, 2006), coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O Macrozoneamento Econômico e Ecológico do estado do Amapá foi executado baseado na metodologia desenvolvida pelo LAGET (AMAPÁ, 2008). Nesse sentido, a dinâmica do setor agropecuário foi avaliada a partir do cálculo do Índice de Participação Produtiva (IPP), que é obtido pela média aritmética da Taxa de Desempenho Médio da Agricultura (TDMA), a Taxa de Desempenho Urbano-Industrial (TDUI) e a Taxa de Desempenho de Infraestrutura Viária (TDIV) ver Box 1.

BOX 1 – Índice de Participação Produtiva (IPP)

Cálculo do Índice de Participação Produtiva - IPP

IPP = (TDMA + TDUI + TDIV) : 3 **Eq. 3**

Onde:

- **TDMA** (Taxa de Desempenho Médio da Agricultura) - resultado da média aritmética das Taxas de Crescimento do Efetivo da Pecuária (bovina e bubalina), da Produção Extrativa Vegetal e da Produtividade da Agricultura.

TDMA = (CMEP + CMPEV + CMPA) : 3, onde:

Crescimento Médio do Efetivo da Pecuária (CMEP) - resultado da taxa de crescimento por rebanho (bovino e bubalino), ponderada pelos respectivos coeficientes de participação (razão entre o total do efetivo por rebanho no período analisado e o somatório do efetivo da pecuária neste período);

CMEP = TCP DO BOVINO x CP + TCP DO BUBALINO x CP

Onde:

TCP = Taxa de crescimento

CP = Coeficiente de participação

Crescimento Médio da Produção Extrativa Vegetal (CMPEV) - definida como a média simples do somatório das taxas de crescimento da produção de cada produto extrativista vegetal (açaí, castanha, palmito, carvão, látex, lenha e madeira em tora);

CMPEV = TCPE / Nº de produtos

Crescimento Médio da Produtividade Agrícola (CMPA) - obtida pelo desempenho médio das lavouras permanente (LP) e temporária (LT), ponderada por seus respectivos coeficientes de participação (razão entre o total da área colhida por lavoura de cada município no período analisado e o somatório da área colhida do grupo a que pertence este município);

CMPA = DMLP x CP + DMLT x CP, onde:

Fonte: AMAPÁ (2008)

Dessa maneira, para se compreender a dinâmica da agropecuária do estado do Maranhão calculou-se a TDMA dos anos 2006 e 2014. Assim, calculou-se a taxa de Crescimento Médio do Efetivo da Pecuária (CMEP) tendo como base os dados do efetivo da pecuária bovina[17] e a Taxa de Crescimento Médio da Produtividade Agrícola (CMPA) a partir dos dados da área cultivada com as lavouras de milho[18] e soja e arroz irrigado. Em seguida, tendo por base as taxas de crescimento do efetivo da pecuária e da produtividade agrícola, projetou-se a expansão anual desses subsetores até o ano 2020.

Com nesses indicadores de desempenho do setor agropecuário e os fatores de emissão de cada subsetor estimou-se as emissões de GEE no período 2006 a 2014 e projetou-se as emissões de GEE até 2020 considerando três cenários, a saber: cenário otimista, cenário intermediário e cenário pessimista, conforme será demonstrado no item 4.3.

[17] No cálculo da CMEP considerou-se apenas o efetivo de bovinos devido à importância desse rebanho de ruminantes para a estimativa das emissões oriundas da fermentação entérica.

[18] Para o cálculo da CMPA considerou-se as áreas cultivadas de milho e soja por serem essas culturas baseadas no padrão técnico com uso intensivo de fertilizantes nitrogenados.

3.1.3 Recorte e fonte da pesquisa

Foram avaliados os dados disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao estado do Maranhão. Um passo fundamental para a quantificação das emissões de GEE é a definição de um período base para os cálculos e análise dos dados. Nesse expediente, o recorte temporal da pesquisa levou em consideração o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006) e os dados da Produção Agrícola Municipal de 2014 (IBGE, 2014).

Para caracterizar as principais fontes de emissão na agricultura do Maranhão, foram consideradas as culturas mais importantes no estado em termos de área plantada e área colhida (no caso específico do arroz irrigado), as quais são: soja, milho, arroz irrigado e pastagem.

Os dados sobre área colhida do arroz irrigado foram obtidos na Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), somente do ano de 2015. Nessa lista de 2015, foram identificados os municípios que continham plantio de arroz irrigado, e assim, a partir das tabelas do IBGE, nesses mesmos municípios, foram retirados os valores correspondentes à área colhida nos respectivos anos pesquisados.

Após obter as informações necessárias, foi feito o cálculo para se estimar as emissões de CO_2, CH_4 e N_2O na agropecuária Maranhense.

3.1.4 Cálculos das estimativas de fontes de emissões consideradas

As fontes de emissões de GEE estão divididas por setores. O primeiro setor refere-se ao uso do solo. Enquanto isso, o segundo diz respeito à agropecuária.

3.1.4.1 Fontes de emissões de GEE na Pecuária

Na pecuária, consideraram-se as emissões de CH_4 devido à fermentação entérica de bovinos e o manejo de dejetos em pastagens.

3.1.4.1.1 Fermentação entérica

Para o cálculo de emissões, devido à fermentação entérica, tem-se a seguinte equação:

$$\mathbf{CH_{4FERMENTAÇÃO} = NA \times FE_{CH_4FERMENTAÇÃO}}$$

Onde,

$CH_{4FERMENTAÇÃO}$ = emissão de metano associada à fermentação entérica (kg de CH_4/ano);

NA = número de animais;

$FE_{CH4\ FERMENTAÇÃO}$ = fator de emissão de CH_4 para fermentação entérica (kg de CH_4/cabeça/ano).

Foram utilizados valores *tier* 2, para fator de emissão de metano causado pela fermentação entérica de gado de corte. No entanto, o Censo Agropecuário não fornece informações de classificação do gado bovino por idade. Logo, foi utilizada a metodologia proposta pelo Observatório ABC (MCTI, 2010a), na qual é estimada a idade do rebanho do gado de corte, conforme tabela 2.

Tabela 2- Fatores de emissão de metano para fermentação entérica de gado de corte (macho e jovem) e classificação do gado bovino por idade (%) no Maranhão

Gado de Corte	Fator de emissão (Kg de CH_4/cabeça/ano)	Classificação do gado bovino de corte por idade (%) (Maranhão)
Adultos (> 2 anos)	57	44
Jovens (< 2 anos)	44	56

Fonte: FGV (2015); MCTI (2010a)

3.1.4.1.2 Manejo de dejetos em pastagem

Para se calcular as emissões de N_2O, a partir do manejo de dejetos de animais em pastagem, tem-se a equação a seguir:

$$\mathbf{N_2O_{PAST} = NA \times N_{EX} \times EF_3}$$

Onde,

N_2O_{PAST} = emissão de óxido nitroso, associada aos dejetos de animais em pastagens (kg de N2O-N/kg de dejeto depositado);

NA = número de animais (por rebanho);

N_{EX} = total de N excretado anualmente por animal de cada categoria (kg de N/animal/ano) – os valores do N excretado são *tier* 1;

EF_3 = Fator de emissão (%), corresponde a 0,02.

O valor referente ao N_{EX} conforme a idade do animal é dado na tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de Nitrogênio excretado por idade do bovino de corte.

Categoria animal	Idade	N_{EX} (Kg N/animal/ano)
Bovinos de corte	Adultos (> 2 anos)	40
	Jovens (< 2 anos)	24

Fonte: MCTI (2010b)

3.1.4.3 Fontes de emissões de GEE na agricultura

Para estimar as emissões de CH_4 na agricultura, consideraram-se as emissões provenientes do cultivo de arroz inundado.

3.1.4.2.1 Cultivo de Arroz

Para se obter as emissões, devido ao cultivo de arroz, multiplica-se um fator de emissão que, nesse caso, corresponde a 20g de CH_4/m^2/ano, pela área colhida. Conforme mostra a fórmula a seguir:

$$\mathbf{CH_{4ARROZ} = FEi \times A}$$

Onde,

CH_{4ARROZ} = a emissão de metano associada à produção de arroz (g de CH_4);

FEi= fator de emissão integrado para a estação e para dada área colhida (g de CH_4/m^2/ano);

A = área colhida (m^2).

Para calcular o FEi, é utilizada a seguinte equação:

$$\mathbf{FEi = FEcx\ SFw \times SFo \times SFs}$$

Tem-se:

FEc= fator de emissão integrado para a estação para campos continuamente inundados sem acréscimos orgânicos – sistema de referência (g de CH_4/m^2/ano);

SFw = fator de escala para levar em consideração as diferenças em ecossistemas e regimes de manejo de água (adimensional);

SFo = fator de escala que varia para ambos os tipos e quantidades de acréscimos orgânicos aplicados (adimensional);

SFs = fator de escala para o tipo de solo, se disponível (adimensional).

Não se tem dados disponíveis para os fatores SFw, SFo e SFs, logo, com base nas informações disponíveis nesta pesquisa, o fator de emissão (FEi) será igual ao fator de emissão integrado para campos continuamente inundados sem acréscimos orgânicos (FEc). Nesse sentido, utiliza-se para FEc o valor de 20g de CH_4/m^2/ano (IPCC, 2006). Logo:

$$\mathbf{FEi = FEc}$$

3.1.3.2 Emissões de solos agrícolas

Quanto às emissões diretas de N_2O de solos agrícolas, considerou-se a utilização do Nitrogênio sintético aplicado como fertilizante e, N proveniente de dejetos de animais em pastagens.

3.1.3.2.1 Aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos

Para se calcular as emissões provenientes da aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos, foi utilizada a seguinte equação:

$$\mathbf{N_2O_{FERT} = N_{FERT} \times (1\text{-}FRAC_{GASF}) \times EF_1}$$

Onde,

N_2O_{FERT} = emissão de óxido nitroso, associada à aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Kg N_2O-N/kg de adubo aplicado);

N_{FERT}= quantidade de N aplicado como fertilizante nitrogenado (kg);

$FRAC_{GASF}$ = fração do N aplicado que volatiliza na forma de NH_3 e NO_x (%);

EF_1 = fator de emissão (%).

O EF_1 e $FRAC_{GASF}$ são dados tabelados, definidos pelo IPCC (2007), conforme mostra a tabela 4, mas que podem ser substituídos no cálculo pelo coeficiente composto ($tCO_2eq.$).

Tabela 4 - Fator de emissão de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Poder de aquecimento do N_2O		**298**
	%	**Fração**
EF_1	0,30	0,003
$FRAC_{GASF}$	10,0	0,9 (1 – 0,1)
Coeficiente composto ($tCO_2eq.$)		0,000837

Fonte: FGV (2015)

Para a quantidade de N aplicado como fertilizante nitrogenado (N_{FERT}), foram considerados dados do Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes (ANDA, 2014), para o Maranhão, não havendo dados disponíveis sobre o consumo de N por cultura. Dessa forma, sabendo que as culturas da soja e, sobretudo, do milho são responsáveis pelo maior consumo de Nitrogênio, utilizou-se no cálculo a área cultivada de ambas, para, dessa forma, estimar as emissões de CO_2eq., provenientes da utilização de fertilizantes sintéticos.

3.1.5 Projeção das emissões

Após a caracterização das fontes de emissões, os valores calculados foram transformados para tCO_2eq. e, para isso, utilizou-se a métrica *Global Warming Potential* (GWP). Conforme FGV (2015), "a métrica GWP considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da Terra" (p. 33), é uma medida que simplifica o modo como determinada quantidade de GEE contribui para o aquecimento global, comparando o gás em questão à quantidade equivalente de CO_2, cujo potencial é definido como 1.

A tabela 5 mostra a conversão das emissões de CO_2, CH_4 e N_2O para a métrica GWP (CO_2eq.).

Tabela 5 - Conversão de emissões em GWP-100

Gás	**GWP**
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310

Fonte: MCTI (2014)

A projeção foi feita para o ano de 2020, conforme o prazo de mitigação estipulado pelo Plano ABC. Essas estimativas basearam-se nas projeções de crescimento da produção das culturas e da pecuária. Para cada setor com suas emissões calculadas, foi utilizado um fator de mitigação para estipular a redução da emissão desses gases, como mostra a tabela 6. Doravante, foram criados cenários possíveis de cumprimento das metas do Plano Estadual. A base do cálculo foi realizada, de acordo com os propostos no Plano ABC Nacional.

Tecnologias adotadas	**Fator de mitigação (tCO_2/ha)**
Recuperação de pastagens	3,79 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano.^{-1}$
Sistemas integrados de produção – iLP e iLPF	3,79 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano.^{-1}$

Sistema de Plantio Direto	1,83 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano.^{-1}$
Fixação Biológica de Nitrogênio	1,83 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano.^{-1}$

Tabela 6 - Tecnologias adotadas e os fatores de mitigação dos Gases de Efeito Estufa.
Fonte: BRASIL (2012)

3.2 Análise da governança

Para fins de análise teórica, utilizou-se em primeira instância a pesquisa bibliográfica, por meio de coleta de dados em documentos, artigos, dissertações e relatórios técnicos. E em relação à análise da governança do Plano ABC, utilizou-se a pesquisa qualitativa, por meio da realização de entrevista com o Coordenador do ABC na SAGRIMA, Sr. Luiz Coelho, e com o Gestor representante da Embrapa Cocais, Dr. Carlos Freitas (Apêndice 1), a fim de compreender a evolução do Plano ABC estadual até o presente ano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas como as principais fontes de emissão de CH_4 no setor agropecuário, a fermentação entérica do gado bovino de corte e o plantio de arroz irrigado. Enquanto que para emissão de N_2O, tem-se como principais fatores a aplicação de adubos e fertilizantes sintéticos e o manejo de dejetos de animais em pastagem. A partir da caracterização destas fontes, por meio de estimativas de emissões, e projeções de cenários para 2020, é possível avaliar o Plano ABC e sua governança, em consonância com a metas preconizadas no Plano Estadual.

4.1 Caracterização das principais fontes de emissão do setor agropecuária no estado do Maranhão

O estado do Maranhão possui uma área superficial de 331.983,29 km^2, sendo o oitavo maior estado brasileiro e o segundo do Nordeste no que tange à extensão territorial (IBGE, 2015). Possui uma grande diversidade de produção agrícola, com uma área plantada de 1,7 milhão de ha e uma produção de 3,3 milhões de toneladas de grãos, tendo como produtos mais importantes para a economia do estado, a soja, o milho e o arroz. A pecuária no Maranhão é expressiva, sendo a principal atividade econômica do setor agrícola do estado, seu rebanho, destina-se em sua quase totalidade ao corte (IBGE, 2006). Destarte, a agropecuária maranhense vem apresentando notórios ganhos de produtividade nas últimas décadas, bem como expansão das áreas de plantio. Entretanto, enfrenta, atualmente, o desafio de contribuir com a preservação ambiental e a redução de emissões de Gases do Efeito Estufa no país.

4.1.1 Emissões na pecuária

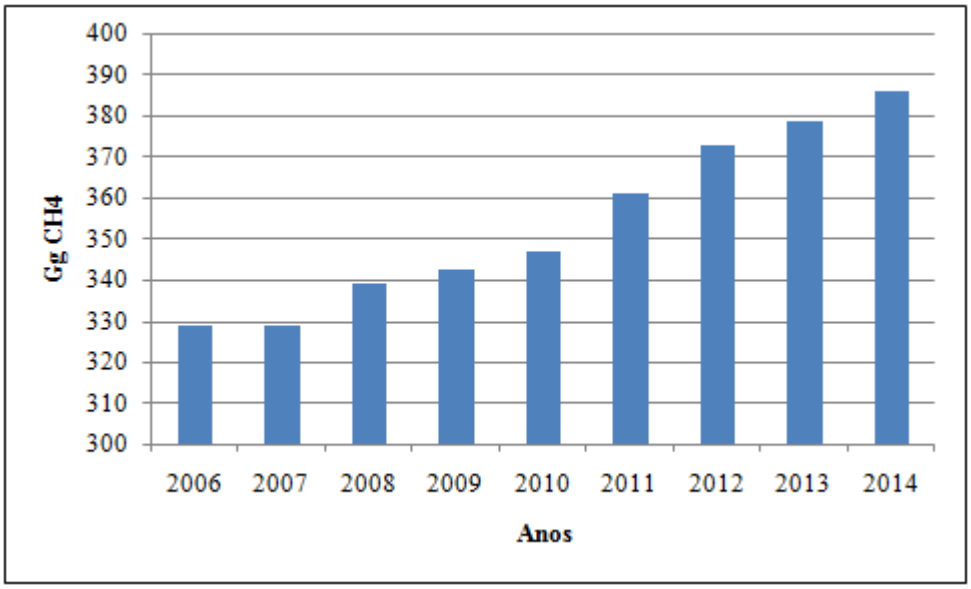
Em 2006, o efetivo bovino no estado do Maranhão era da ordem de 6.613.270 cabeças, com predomínio de sistemas extensivos a pasto, sendo a área de pastagem da ordem de 5.754.669 ha, das quais, 70% são de pastagens cultivadas e 30% de pastagens naturais. Vale ressaltar que as pastagens são cultivadas, principalmente, com Brachiaria spp., Panicus, Tanzânia, Mombaça e capim Elefante (MCTI, 2010a). Ademais, considerando o efetivo do rebanho bovino no Maranhão, foi possível avaliar sua taxa de crescimento anual, bem como

as emissões da pecuária provenientes da fermentação entérica e do manejo de dejetos de animais em pastagens.

4.1.1.1. Emissões de CH_4 a partir da fermentação entéricas

Em 2006, as emissões foram estimadas em 329 $GgCH_4$, passando para 386 $GgCH_4$ em 2014, com uma taxa média de crescimento anual de 2,16%. Como mostra o gráfico 2, até o ano de 2010, houve uma elevação de 5,5% das emissões de CH_4. Todavia, de 2010 a 2014, esse aumento foi da ordem de 11%, demonstrando, assim, o rápido crescimento das emissões no setor da pecuária, o qual está relacionado ao aumento do rebanho bovino, que cresceu 17,3% no estado entre os anos citados.

Gráfico 2 - Estimativa de emissões entéricas do efetivo bovino no Maranhão, nos anos de 2006 a 2014.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Tendo em vista a taxa de crescimento anual do rebanho bovino no Maranhão, foram projetadas, até o ano 2020, as emissões de metano, provenientes da fermentação entérica dos bovinos de corte. No ano de 2014, as emissões de metano foram estimadas em 386 $GgCH_4$. Projetou-se a evolução das emissões entéricas até 2020, a qual correspondeu a 439 $GgCH_4$, representando um aumento de 13,7%, conforme demonstra a tabela 7.

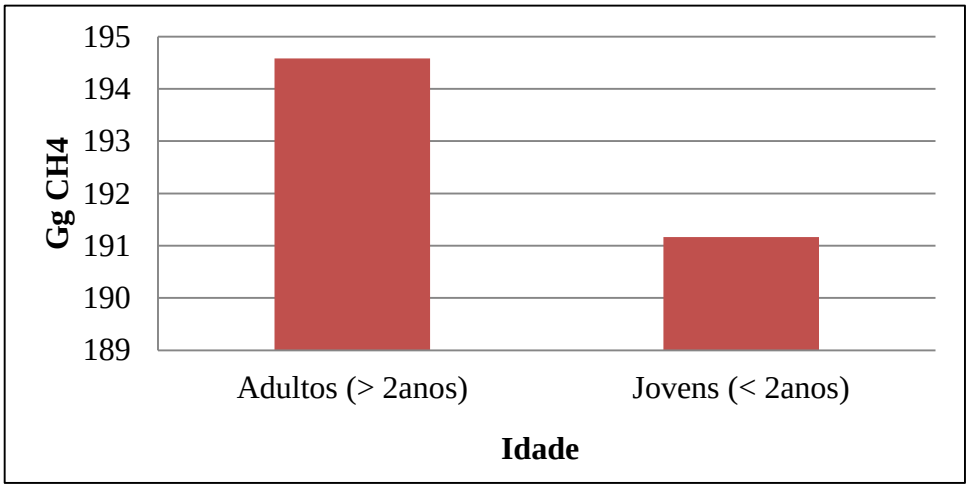
Tabela 7 - Classificação do gado bovino de corte por idade e projeções de emissões de metano, provenientes da pecuária do estado do Maranhão por fermentação entérica, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	Efetivo Total (cabeças)	Classificação do gado bovino de corte por idade		Emissões entéricas do efetivo bovino CH_4 (Gg.ano-1)		
		Adultos (> 2 anos)	Jovens (< 2 anos)	Adultos (> 2 anos)	Jovens (< 2 anos)	TOTAL
2014	7.758.352	3.413.675	4.344.677	195	191	386
2015	7.925.932	3.487.410	4.438.522	199	195	394
2016	8.097.133	3.562.738	4.534.394	203	200	403
2017	8.272.031	3.639.693	4.632.337	207	204	411
2018	8.450.706	3.718.311	4.732.396	212	208	420
2019	8.633.242	3.798.626	4.834.615	217	213	429
2020	8.819.720	3.880.677	4.939.043	221	217	439

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Para se obter os valores estimados, o rebanho bovino foi dividido por idade, considerando adultos, aqueles maiores de 2 anos; e jovens, os menores de 2 anos. Nesse diapasão, pode-se perceber que o rebanho jovem encontra-se em maior número, haja vista ser 56% do efetivo total. No entanto, o maior potencial de emissões de CH_4 é por parte do rebanho adulto, totalizando, em 2014, 195 $GgCH_4$ (ver gráfico 3).

Gráfico 3 - Emissões de CH_4 por idade do rebanho bovino de corte, no ano de 2014.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.1.1.2 Emissões de N_2O a partir do manejo de dejetos em pastagens

Em função do tamanho do rebanho de bovinos, da quantidade de dejetos excretados por ano por essa categoria e do manejo extensivo, característico dos sistemas de produção no estado do Maranhão, foi possível avaliar o potencial de emissões de N_2O dos bovinos de corte, considerando a evolução do rebanho no estado. Outrossim, no Maranhão, em 2006, o

total de N_2O excretado diretamente nas pastagens era de 4,1 GgN_2O, passando a 4,8 GgN_2O em 2014, seguindo a mesma tendência de crescimento encontrado nas emissões entéricas bovinas.

Isso posto, estimou-se que em 2020 as emissões de N_2O terão aumentado 13,6%, atingindo valor na ordem de 5,48 GgN_2O, como mostra a tabela 7. Os resultados apontam para um maior potencial de produção de dejetos em animais adultos, os quais, mesmo em menor número, contribuem significativamente para as emissões de N_2O.

Tabela 8 – Projeções de emissões de N_2O proveniente da pecuária do estado do Maranhão por manejo de dejetos, de animais adultos e jovens, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	**Dejetos por idade (Kg)**			**Emissões de N_20 (Gg.ano-1)**
	Adultos (> 2 anos)	**Jovens (< 2 anos)**	**TOTAL**	
2014	136.546.995	104.272.251	240.819.246	4,82
2015	139.496.410	106.524.531	246.020.942	4,92
2016	142.509.533	108.825.461	251.334.994	5,03
2017	145.587.739	111.176.091	256.763.830	5,14
2018	148.732.434	113.577.495	262.309.929	5,25
2019	151.945.054	116.030.769	267.975.823	5,36
2020	155.227.068	118.537.033	273.764.101	5,48

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.1.2 Emissões na agricultura

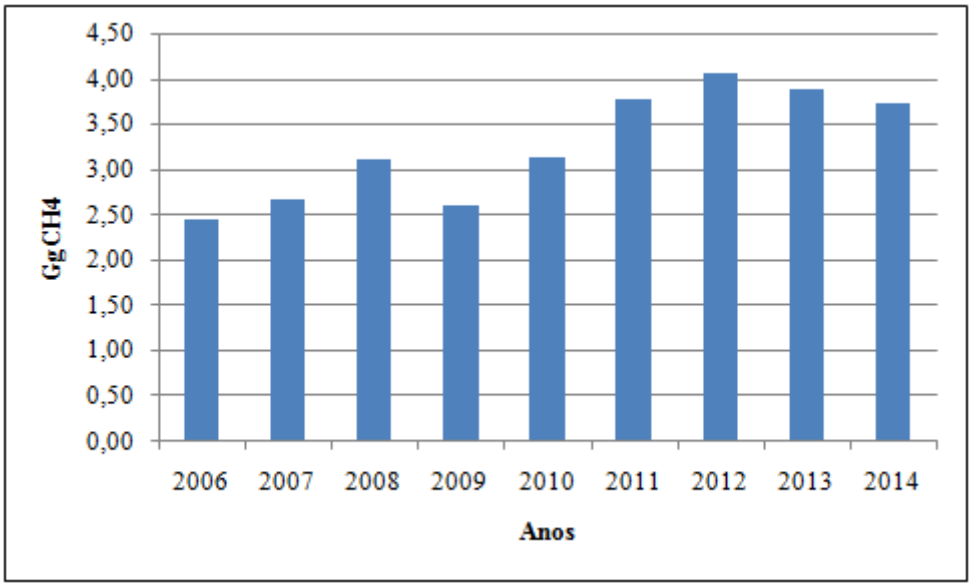
Das emissões consideradas para a agricultura, são avaliadas as provenientes do manejo do arroz irrigado e de solos agrícolas, por meio da adubação nitrogenada.

4.1.2.1 Emissões de CH_4 no arroz irrigado

Em 2006, a área total de plantio de arroz no Maranhão correspondeu a 472.182 ha, dos quais, 2,1% eram equivalentes ao plantio de arroz irrigado. Em 2014, houve um decréscimo da área plantada total para 389.418 ha, uma redução de 17,5% da área de plantio. No entanto, a mesma tendência não foi percebida no arroz irrigado, que aumentou sua representação para 3,1% da área total de arroz no Maranhão, com acréscimo de 1% em relação a 2006. Então, partindo desse pressuposto, foram estimadas as emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado, para os anos de 2006 a 2014, conforme mostra o gráfico 5, no qual pode ser percebida uma variação nas emissões.

Tendo em vista a variação das emissões de arroz irrigado nos anos anteriores, foi realizada uma projeção para o ano de 2020. Observou-se, desse modo, de acordo com o gráfico 4, que de 2012 a 2014 houve um decréscimo das emissões estimadas, que pode ter sido causado por diversos fatores, principalmente, questões climáticas, ou pragas e doenças. Entretanto, a tendência apresentada desde de 2006, é de aumento, logo, será considerada a taxa de crescimento anual o arroz irrigado da ordem de 1,4%.

Gráfico 4 - Estimativa de emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado no Maranhão, nos anos de 2006 a 2014.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Considerando o aumento da produção do arroz irrigado, entre 2014 e 2020, as emissões projetadas, que eram de 3,7 $GgCH_4$, passaram para 4,1 $GgCH_4$, aumento de 10,8% das emissões. (Tabela 9).

Tabela 9 - Projeções de emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado no Maranhão, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	Área Colhida de arroz irrigado (m^2)	Emissões de CH_4 (Gg.ano-1)
2014	124.390.000	3,7
2015	126.131.460	3,8
2016	127.897.300	3,8
2017	129.687.863	3,9
2018	131.503.493	3,9
2019	133.344.542	4,0
2020	135.211.365	4,1

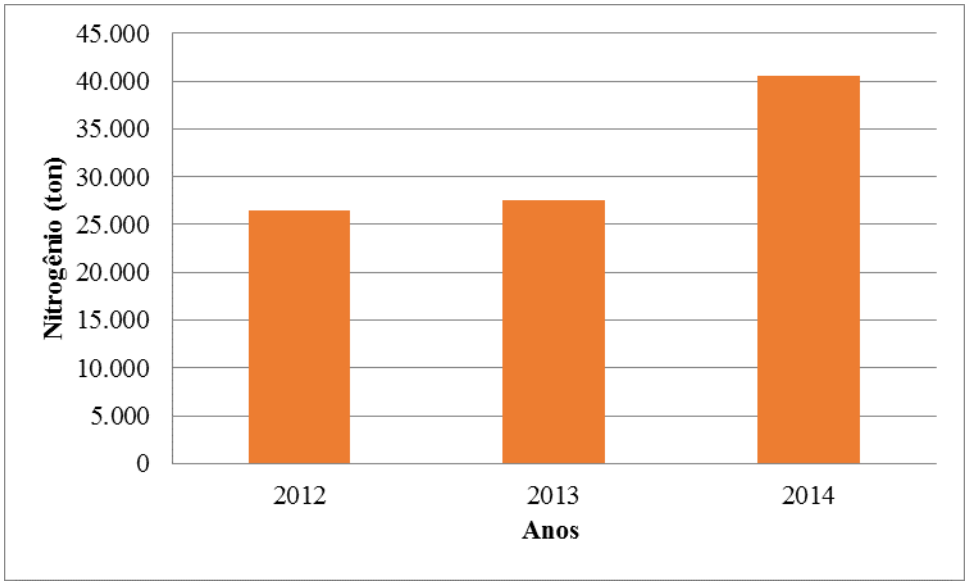
Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.1.2.2 Emissão de N_2O de solos agrícolas

O uso de adubos nitrogenados é a principal causa das emissões de GEE nas lavouras agrícolas. Os fertilizantes sintéticos contribuem com 38% das emissões de N_2O no Brasil. (FGV, 2015).

Segundo dados do Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes (ANDA, 2014), a quantidade de Nitrogênio mineral utilizado nas lavouras do estado do Maranhão em 2012 foi da ordem de 26.477 toneladas, sendo que em 2014 esse valor foi acrescido de 53% (gráfico 5). Vale ressaltar que, a área plantada no estado, nas culturas do milho e soja de 2012 a 2014, teve aumento de 22%, demonstrando uma alta demanda de adubos nitrogenados nos últimos 3 anos, visando ao aumento da produtividade.

Gráfico 5 - Quantidade de Nitrogênio aplicado nas lavouras do Maranhão, de 2012 a 2014.



Fonte: ANDA (2014)

Segundo dados do IBGE, de 2006 a 2014, a soja no Maranhão passou de 296.254 ha para 677.540 ha, com uma taxa de crescimento de 128,7%. A cultura do milho, acompanhando o avanço do plantio de soja no estado, apresenta taxas de crescimento da área plantada nos respectivos anos, de 50,57%, com 551.885 ha em 2014. Sendo assim, torna-se a principal responsável pela alta demanda de fertilizantes nitrogenados no Maranhão, visto que a soja faz uso de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), contribuindo muito pouco para as emissões de GEE.

Com base nesse pressuposto, foram projetadas as emissões de N_2O na agricultura a partir da utilização de adubos nitrogenados aplicados nas culturas da soja e milho. Para os

dados de N consumido no Maranhão, disponíveis na ANDA (2014), estão inclusas todas as culturas agrícolas, entretanto, as demais possuem pouca representatividade em termos de adubação nitrogenada.

Na tabela 10, é possível verificar um aumento de 117% nas emissões projetadas de N_2O, produzindo emissões equivalentes de 4,1 GgN_2O, em 2014 e 8,9 GgN_2O, em 2020, devido à expansão das áreas de plantio e, sobretudo, ao aumento do uso de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho.

Tabela 10 – Projeção de emissões de N_2O, provenientes do uso de fertilizantes nitrogenados no Maranhão, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	Área cultivada de total de milho e soja (ha)	N Fertilizante Nitrogenado (Kg)	Emissões de N_20 (Gg.ano-1)
2014	1.229.425	40.522.000	4,1
2015	1.371.622	46.195.080	4,6
2016	1.533.368	52.662.391	5,3
2017	1.717.611	60.035.126	6,0
2018	1.927.758	68.440.044	6,8
2019	2.167.757	78.021.650	7,8
2020	2.442.172	88.944.681	8,9

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.1.3 Balanço das emissões em tCO_2eq

Considerando as principais fontes de emissão, no ano de 2014, tem-se a pecuária com maior peso, apresentando valores de 386 $GgCH_4$ devido à fermentação entérica e 482 GgN_2O decorrente do manejo de dejetos de animais em pastagens, totalizando 9.593.729 tCO_2eq. Por sua vez, em 2020 as emissões desse setor foram projetadas no valor de 10.906.183 tCO_2eq., considerando a taxa de crescimento anual do efetivo bovino de 2,16%.

A cultura do arroz irrigado contribuiu com 3,7 $GgCH_4$ no ano de 2014, o que equivale a 78.366 tCO_2eq. Tendo em vista a projeção para 2020, estima-se que essas emissões serão da ordem de 85.183 tCO_2eq., com uma taxa de crescimento anual da área colhida de arroz irrigado de 1,4%.

A emissão de solos agrícolas, representada pela utilização de adubos nitrogenados, foi estimada em 4,1 GgN_2O, em 2014, o que corresponde à 1.256.182 tCO_2eq. Para 2020, tomando por base a taxa de crescimento anual de 12,2%, foram projetadas as emissões na ordem de 2.757.285 tCO_2eq.

4.2 Ações de mitigação

O Plano ABC Estadual estipulou metas para cada eixo tecnológico, a fim de neutralizar os fatores de emissão presentes no setor da agropecuária no Maranhão. Essas metas foram estabelecidas, de acordo com a importância da agropecuária frente aos outros estados do Brasil.

O país comprometeu-se em reduzir suas emissões de gases estufa de 36,1% a 38,9%, em relação ao que emitiria em 2020, se nada fosse feito. Em razão disso, com o objetivo de alcançar a mitigação das emissões, o Maranhão propôs-se a contribuir com o cumprimento de 10,4% da meta nacional em áreas implantadas com tecnologias de baixa emissão de carbono que resultem em maior eficiência na produção e no balanço final de GEE (tabela 11); bem como, a cumprir as metas estaduais de redução das emissões de GEE entre 0,4% a 0,7% da meta nacional até 2020.

Tabela 11 - Metas Estaduais, potencial de mitigação e percentual em relação às metas nacionais até 2020.

Processo Tecnológico	**Compromisso**	**Potencial de mitigação (milhões) $MgCO_2eq.$)**	**Participação (%)**
Recuperação de Pastagens Degradadas	50.000 ha	0,27 a 0,33	0,33
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	100.000 ha	0,16 a 0,19	2,5
Sistema Plantio Direto	140.000 ha	0,5 a 0,31	1,75
Fixação Biológica de Nitrogênio	130.000 ha	0,23	2,3
Florestas Plantadas	100.000 ha	-	3,33
Tratamento de Dejetos Animais	100.000 m^2	0,016	0,23
TOTAL		0,93 a 0,99	10,4

Fonte: Maranhão (2014)

O plano ABC não considerou na sua proposta as emissões de CH_4, provenientes do plantio de arroz irrigado. Afinal, no Brasil, as pesquisas ainda estão em andamento, visando testar alguns parâmetros como a temperatura, radiação solar, adubação orgânica, biomassa vegetal, tipo de cultivares, disponibilidade de substrato de carbono, tipo de solos, no cultivo do arroz inundado, a fim de se estabelecer fatores de emissões de metano, sob diferentes condições regionais e climáticas (EMBRAPA, 2008).

Sendo assim, a partir do objetivo deste trabalho, em consonância com as estratégias propostas pelo Plano Estadual, serão avaliados o balanço das emissões da agropecuária e o potencial de mitigação, para: a Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD), Sistema

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), Sistema Plantio Direto (SPD) e Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)[19].

4.2.1 Mitigação por RPD e iLPF

Com o avanço do processo de degradação, verifica-se a perda de cobertura vegetal e a redução no teor de matéria orgânica do solo, o que causa a emissão de CO_2 para a atmosfera. Com a recuperação das pastagens, via semeadura, adubação e manejo adequado, inverte-se o processo e o solo passa a acumular carbono. Dessa forma, reduz-se em pelo menos 60% a emissão de CO_2 no sistema de produção (FGV, 2013a).

No Maranhão, segundo dados do IBGE (2006), as áreas de pastagens degradadas somam 487.724 ha, correspondendo a 8,4% da área de pastagem total do estado. Nesse sentido, quando se adotam boas práticas agrícolas nas pastagens degradadas, a fim de recuperá-las, constata-se que esse sistema neutraliza, em termos de CO_2 equivalente, a emissão de metano do gado, pois os animais passam a ter uma dieta de melhor qualidade, e, consequentemente, o tempo de abate do animal é reduzido, já que, como citado anteriormente, bovinos adultos possuem maior potencial de emissões de CH_4 e de N_2O.

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (iLP), de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são estratégias propostas que visam à produção sustentável, objetivando integrar na mesma área atividades agrícolas, pecuárias e florestais, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionados (FGV, 2013a).

Um dos maiores benefícios do iLPF está relacionado à promoção da fixação de Carbono no solo, em razão do alto teor de matéria orgânica na superfície, gerada pelos resíduos vegetais das culturas implantadas. Em virtude da adoção de iLPF e da recuperação de pastagens, é possível gerar um balanço positivo para a mitigação das emissões de GEE.

4.2.2 Mitigação por SPD e FBN

O Sistema de Plantio Direto (SPD) objetiva à conservação do solo e sua cobertura, evitando o seu revolvimento excessivo, pois essa prática promove a aeração do solo e, consequentemente, o aumento de atividades microbianas que agem reduzindo os teores de matéria orgânica, e emitindo CO_2 para a atmosfera. Segundo FGV (2013a), as práticas de

[19] Não foram consideradas, nos cálculos deste trabalho, as estratégias de mitigação: "florestas plantadas" e "tratamento de dejetos de animais".

SPD, quando realizadas corretamente, contribuem para a conservação do solo e da água, bem como do incremento do conteúdo de matéria orgânica e aumento da eficiência da adubação.

A fixação biológica de Nitrogênio, por sua vez, é o processo pelo qual o gás N_2 atmosférico é capturado por bactérias e convertido em nutriente para as plantas. A captura do elemento é realizada por bactérias do gênero *Rhizobium* ou *Azorhizobium*, que vivem em simbiose com a planta, habitando nódulos em suas raízes. Dessa forma, quando aplicados, são capazes de suprir as necessidades de nitrogênio da planta, substituindo total ou parcialmente a adubação nitrogenada.

4.3 Estudo de cenários

A partir da caracterização das emissões de CO_2 e em consonância com as metas do Plano ABC Estadual, foi proposta, neste trabalho, a criação de cenários de mitigação, para se avaliar os possíveis resultados até o ano de 2020. Desse modo, a análise de cenários não tem como meta principal prever o futuro, mas sim, descobrir imagens de futuro prováveis, as quais possibilitem tomadas de decisões fundamentadas (SOUZA; TAKAHASHI, 2012).

Destarte, dentro de uma abordagem projetiva, considerando as emissões estimadas dos anos de 2006 a 2020, buscou-se explicar o futuro estudando o padrão de comportamento passado. Nesse diapasão, com fundamentação na taxa de crescimento anual, foram projetadas as emissões para os anos de 2014 a 2020 e estabelecidos três cenários para avaliar as metas e os resultados esperados nos próximos anos.

O cenário 1 é pessimista, nele é conjecturado que até 2020 somente 20% das metas propostas no Plano terão sido cumpridas. Para o Cenário 2, considerou-se que 40% das metas alcançarão os valores de mitigação propostos, sendo um cenário mediano. No cenário 3, foi estabelecido o valor de mitigação, caso 100% das metas tenham sido cumpridas até 2020, esse é um cenário otimista.

4.3.1 Cenários de mitigação na agropecuária

Na agropecuária, para alcançar os objetivos propostos pelo Plano ABC, são necessários pequenos ajustes nos sistemas de produção já conhecidos, visando a uma eficiência pela mitigação de GEE em um curto espaço de tempo. À vista disso, será necessário buscar, nas boas práticas agrícolas, maior eficiência na produção e no balanço final de GEE. Os principais alvos seriam a recuperação de pastos degradados em todo estado; a implantação

de sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta; a adoção do Sistema de Plantio Direto – uma prática que já vem se expandindo naturalmente no estado –; e a fixação biológica de Nitrogênio, como já citados.

4.3.1.1 Estudo dos cenários na pecuária

As mudanças no estoque de Carbono ocorrem, de acordo com o sistema de manejo ou produção. Nesse caso, assumiu-se que a base de cálculo do potencial de mitigação para RPD e iLPF é de 3,79 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano.^{-1}$, conforme apontado na metodologia utilizada no Plano ABC Nacional e no Plano Estadual.

As metas foram divididas, baseadas no Plano Estadual, no qual está previsto, de 2014 a 2017, serem cumpridas 20% das metas propostas. No caso de RPD, serão 20 mil ha recuperados, ou seja, 5 mil ha por ano, enquanto que para iLPF, foi proposta, nesse mesmo período, a implantação de 40 mil ha, o correspondente a 10 mil ha por ano. Na segunda fase, de 2017 a 2020, foi estabelecido o cumprimento total da meta, com 50 mil ha de RPD e 100 mil ha de iLPF (vide tabela 12).

Multiplicando-se a área a ser implantada com as tecnologias de baixa emissão de Carbono com o fator de mitigação (3,79 $MgCO_2eq$), chegou-se aos valores de emissões a serem mitigadas por ano. Isso posto, como a área de implantação para sistema iLPF é o dobro do sistema de RPD, o potencial de mitigação também será maior, como demonstrado na tabela 12.

Tabela 12 - Metas Estaduais de RPD e iLPF e projeções das emissões mitigadas, no ano de 2014 a 2020.

	Recuperação de Pastagens Degradadas		**Integração lavoura-pecuária-floresta**	
Ano	**Metas (ha)**	**Emissões mitigadas ($tCO_2eq.$)**	**Metas (ha)**	**Emissões mitigadas ($tCO_2eq.$)**
2014	5.000	18.950	10.000	37.900
2015	10.000	37.900	20.000	75.800
2016	15.000	56.850	30.000	113.700
2017	20.000	75.800	40.000	151.600
2018	30.000	113.700	60.000	227.400
2019	40.000	151.600	80.000	303.200
2020	**50.000**	189.500	100.000	379.000

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Doravante, foram estimados os cenários de cumprimento das metas propostas. Como explanado na tabela 13, em um cenário pessimista, se o Plano Estadual cumprir 20% das metas propostas, em 2020 terá mitigado 113.700 $tCO_2eq.$, o que corresponde a 1% de redução

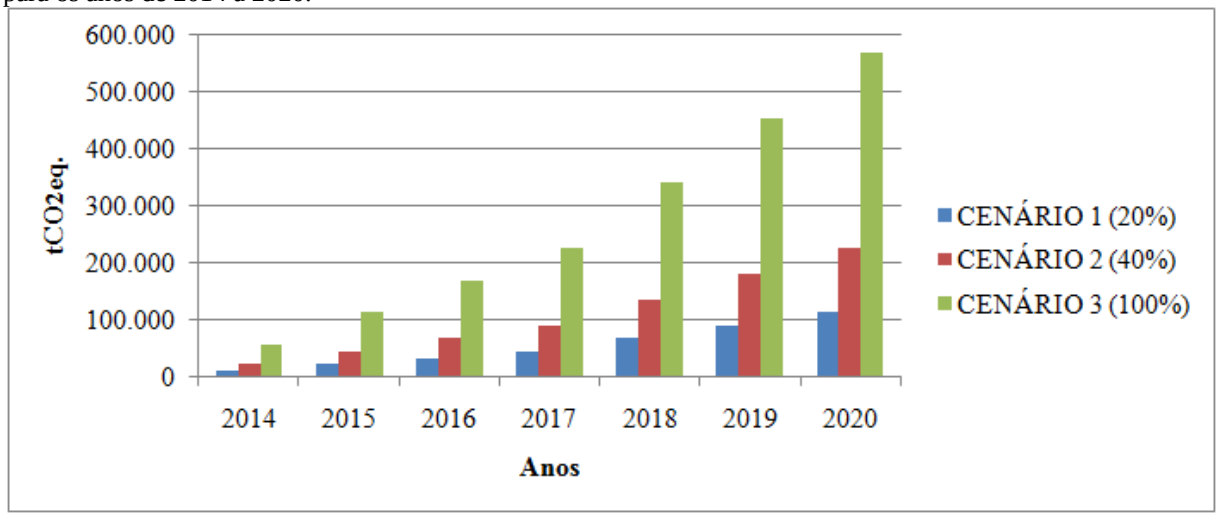
das emissões no setor pecuário. No cenário 2, com 40% das metas cumpridas, a mitigação será o equivalente a 227.400 tCO_2eq., relativo a 2% das emissões. No cenário 3, é seguida a mesma tendência, porém com 5,2% das emissões neutralizadas, ou seja, 568.500 tCO_2eq. (Gráfico 6).

Tabela 13 - Projeções de emissões na pecuária do Maranhão, considerando as emissões por fermentação entérica e dejetos de animais em pastagens e, cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	Emissões da Pecuária ($tCO_2eq.$)	Cenário 1 (20%)	Cenário 2 (40%)	Cenário 3 (100%)
		$tCO_2eq.ano^{-1}$		
2014	9.593.730	11.370	22.740	56.850
2015	9.800.954	22.740	45.480	113.700
2016	10.012.655	34.110	68.220	170.550
2017	10.228.928	45.480	90.960	227.400
2018	10.449.873	68.220	136.440	341.100
2019	10.675.590	90.960	181.920	454.800
2020	10.906.183	113.700	227.400	568.500

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

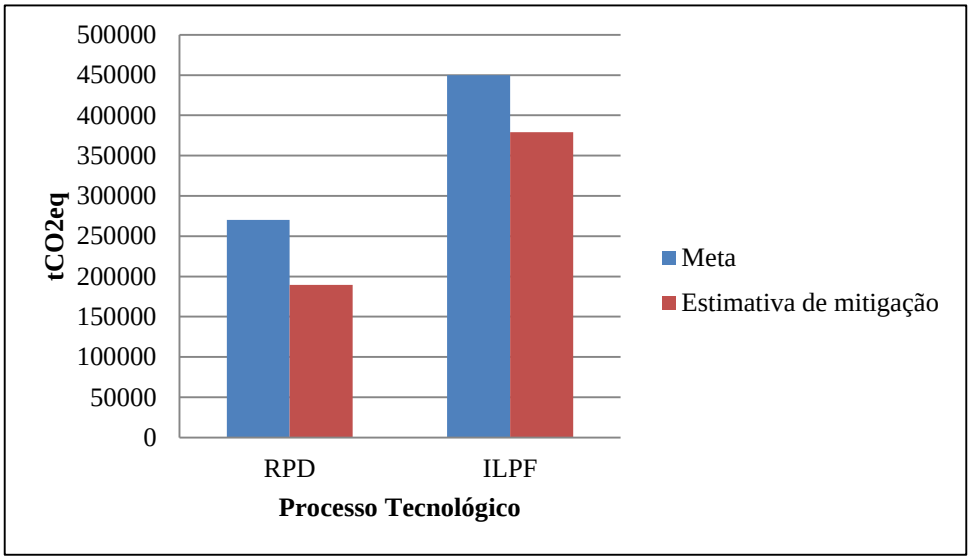
Gráfico 6 - Comparação entre as projeções de emissões na pecuária do Maranhão nos cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

O objetivo do Plano estadual foi o de mitigar 270.000 e 450.000 tCO_2eq. com o manejo de RPD e iLPF, somando, para a pecuária, a neutralização de 720.000 tCO_2eq. Analisando a tabela 13, pode-se inferir, baseado no potencial de mitigação, que mesmo cumprindo 100% das metas propostas no plano, com implantação de áreas com RPD e iLPF, ainda não será possível alcançar as metas de mitigação estipuladas. Conforme o gráfico 7, o mesmo pode ser observado, quando avaliadas as estimativas de mitigação, a partir dos processos tecnológicos, em comparação com as metas para 2020.

Gráfico 7 - Metas Estaduais e projeção do potencial de mitigação para RPD e iLPF, para o ano de 2020.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Portanto, percebe-se que a relação entre a quantidade mitigada e a quantidade de CO_2eq., emitida a partir da pecuária, possui uma relação desproporcional, o que demanda a inclusão de outras tecnologias e manejos, para se alcançar as metas.

4.3.1.2 Estudo dos cenários de solos agrícolas

Considerando as áreas de plantio de soja e milho, e a utilização de fertilizantes sintéticos, foi proposto pelo Plano ABC a implantação do Sistema de Plantio Direto e utilização da Fixação Biológica de Nitrogênio, objetivando a redução das emissões provenientes da volatilização de N aplicado nas lavouras. Segundo FGV (2013a), o uso de 1 kg de fertilizante nitrogenado emite, em média, o equivalente a 10 kg de CO_2 equivalente. Para calcular o potencial de mitigação, foi utilizado o valor de 1,83 $tCO_2eq.ha^{-1}.ano^{-1}$, proposto no Plano ABC.

As metas anuais foram divididas segundo a proposta de execução do Plano Estadual, em que, até 2020, foi planejada a implantação de 140.000 ha do Sistema de Plantio Direto. Considerando a área de expansão da Fixação Biológica de Nitrogênio, o Plano ABC instituiu a implantação de 100.000 ha de FBN para o plantio de soja e 30.000 em feijão.

Conforme dispõe a tabela 14, em 2020, o potencial de mitigação para o sistema de Plantio Direto está estimado na ordem de 256.200 tCO_2eq., enquanto que para FBN corresponde a 237.900 tCO_2eq. Ademais, o SPD tem potencial de mitigação 7% maior que o

FBN, em virtude da área proposta pelo Plano ABC, com 10.000 ha a mais que a área para FBN.

Tabela 14 - Metas Estaduais de SPD e FBN e projeção das emissões mitigadas, no ano de 2014 a 2020.

Ano	Sistema Plantio Direto		Fixação Biológica de Nitrogênio	
	Metas (ha)	Emissões mitigadas (tCO2eq.)	Metas (ha)*	Emissões mitigadas (tCO2eq.)
2014	14.000	25.620	13.000	23.790
2015	28.000	51.240	26.000	47.580
2016	42.000	76.860	39.000	71.370
2017	56.000	102.480	52.000	95.160
2018	84.000	153.720	78.000	142.740
2019	112.000	204.960	104.000	190.320
2020	140.000	256.200	130.000	237.900

* Metas para FBN em feijão e soja
Fonte: Dados da pesquisa (2015)

De posse dessas informações, foram avaliados os cenários de mitigação para emissões decorrentes do uso do solo, adotando as duas tecnologias. O estudo revelou que, no cenário mais pessimista, com 20% das metas cumpridas, até 2020 está estimada a redução de 98.820 $tCO_2eq.$, o que corresponde a 3,5% das emissões de GEE sendo neutralizadas. No cenário mediano, constata-se a possível neutralização de 7% das emissões totais, enquanto que no cenário 3, o potencial de mitigação chega a 18% do total, como pode ser observado na tabela 15.

Tabela 15 - Projeção de emissões na pecuária do Maranhão, considerando as emissões por uso do solo e cenários de mitigação, para os anos de 2014 a 2020.

Ano	Emissões por uso do solo tCO2eq.	Cenário 1 (20%)	Cenário 2 (40%)	Cenário 3 (100%)
		$tCO_2eq.Ano-1$		
2014	1.256.182	14.117	28.234	49.410
2015	1.432.047	28.234	56.468	98.820
2016	1.632.534	42.351	84.702	148.230
2017	1.861.089	56.468	112.937	197.640
2018	2.121.641	70.586	141.171	296.460
2019	2.418.671	84.703	169.405	395.280
2020	2.757.285	98.820	197.639	494.100

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Considerando a meta proposta pelo Plano Estadual para a mitigação de 460.000 $tCO_2eq.$, pode-se inferir que se o Plano obtiver êxito em 100% das metas, até 2020, as emissões seriam totalmente neutralizadas. Quando as tecnologias SPD e FNB são analisadas

separadamente, a meta de 180.000 $tCO_2eq.$, para as áreas com Fixação Biológica de Nitrogênio, é alcançada com a implantação de 100 mil ha de FBN, evidenciando um grande potencial de mitigação. As metas para plantio direto, de 280.000 $tCO_2eq.$, mostram-se mais altas, quando comparadas às estimativas desta pesquisa (256.200 $tCO_2eq.$). No entanto, está dentro da margem de erro, por se tratarem de projeções. (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Metas Estaduais e estimativas do potencial de mitigação para SPD e FBN, para o ano de 2020.

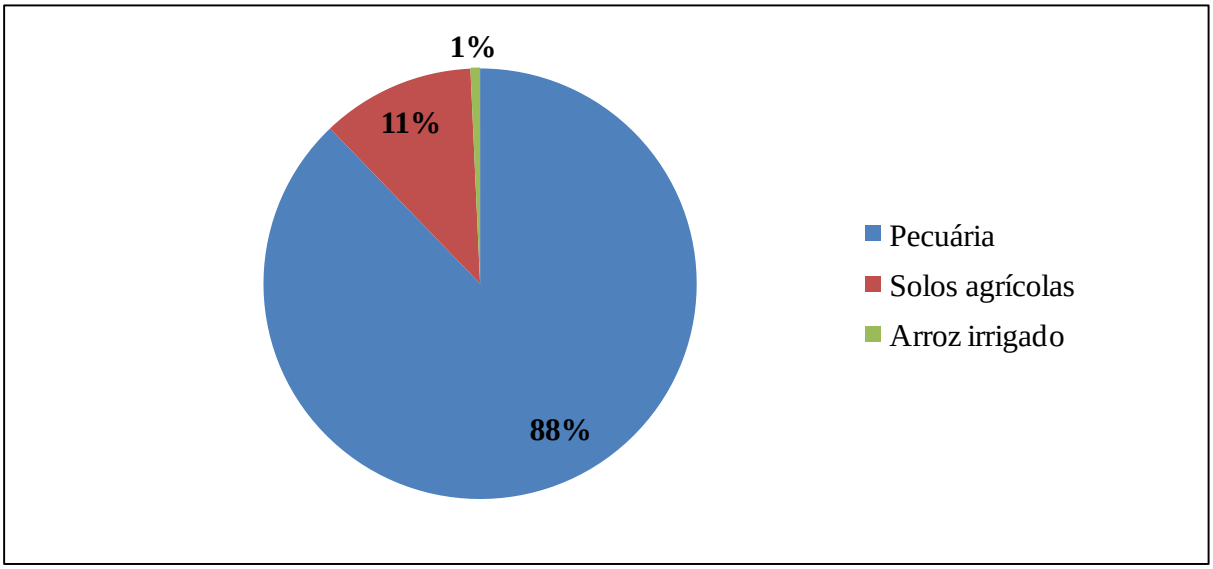
Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.3.2 Peso das emissões por subsetor

Ao analisar as projeções de crescimento da agropecuária, evidencia-se que existem diferenças substanciais entre elas. Contudo, para todas as categorias analisadas, a tendência foi de aumento da produção entre 2014 e 2020.

Das principais emissões do setor, destaca-se a fermentação entérica do gado bovino, produzindo metano, o qual, transformado em $tCO_2eq.$, contabiliza 8.100.650 em 2014. As emissões entéricas, somadas a 1.493.079 $tCO_2eq.$, emitidas a partir de dejetos dos animais em pastagens, no mesmo ano, caracterizam a pecuária como o setor de maior potencial para emissões de GEE, representando 88% das emissões em CO_2eq, seguidas pelas emissões de solos agrícolas, decorrentes da aplicação de adubos e fertilizantes sintéticos com forte emissão de óxido nitroso, a qual obteve 1.256.182 $tCO_2eq.$, representando 11% do total. A cultura de arroz irrigado contribuiu com as emissões na ordem de 78.366 $tCO_2eq.$ em 2014 (cerca de 1% do total emitido pelo setor agropecuário), conforme pode-se observar na figura 1.

Figura 2 - Participação dos subsetores nas emissões da agropecuária maranhense, no ano de 2014.



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

4.4 Análise da Governança do Plano ABC Estadual

A estrutura de governança do Plano ABC é dividida em três níveis, a saber: Nacional Estratégico, Nacional Tático e Estadual Operacional. A cadeia de governança do Plano ABC inicia-se por meio do Nacional Estratégico, através do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e seu Grupo Executivo (GEx), e tem por função avaliar a implementação das ações e propor novas medidas que sejam necessárias à redução das emissões dos GEE na agricultura.

Em um segundo plano, tem-se a Comissão Executiva Nacional do Plano ABC, vinculada ao CIM/GEx, a qual tem a finalidade de monitorar e acompanhar periodicamente a implementação do Plano ABC, além de propor medidas para superar eventuais dificuldades nesse processo. É coordenada pelo MAPA e MDA, com a participação de representantes da Casa Civil, dos ministérios da Fazenda (MF) e do Meio Ambiente (MMA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC).

No âmbito estadual operacional, são constituídos os Grupos Gestores Estaduais (GGE) incumbidos de promover a coordenação e a articulação do Plano Setorial da Agricultura nos estados. Cabe acrescentar que o objetivo da criação do Plano Estadual é o estabelecimento de um arranjo institucional que envolva as representações das diversas entidades engajadas. Sendo assim, a participação da sociedade civil (setor produtivo, trabalhadores, universidades, institutos de pesquisa, cooperativas, Federação de Agricultura, ONGs, etc.) e, principalmente,

do setor privado é imprescindível e legitima o caráter democrático na concepção e implantação dos programas previstos.

4.4.1 Construção dos Planos Estaduais

O Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura é um instrumento legal, disposto na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), a qual prevê ações integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional, integrando com isso os estados e municípios para alcançar as metas de redução dos Gases de Efeito Estufa. Neste sentido, Lima (2012, p.8) ressalta que:

> As estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional, bem como o estímulo e o apoio à participação dos governos federal, estadual, distrital e municipal, do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima são apontadas como diretrizes que se completam. Nesse ponto, o legislador, além de estimular a participação no âmbito das esferas federativas para a efetivação de políticas públicas, incita participação do setor privado ou produtivo da sociedade civil e do meio acadêmico. Com isso, verifica-se que o combate às mudanças climáticas perfaz um conjunto de desafios políticos, econômicos e legais.

Portanto, para Lima (2012), as diretrizes para o enfrentamento das mudanças do clima requerem tanto o alinhamento da atuação dos entes federativos (federal, estaduais e municipais), quanto o engajamento do setor privado e do meio acadêmico. Para tanto, as estratégias propostas devem estar alinhadas às instâncias locais, como estados e municípios, empresas públicas e privadas, inclusive agentes financeiros, de modo a criar uma participação conjunta dos diferentes setores da sociedade, visando ao estabelecimento de uma governança para a redução das emissões de GEE.

O Plano Estadual configura-se como o instrumento que institucionaliza o compromisso formal do estado em contribuir para a redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa, oriundas das atividades agrícola e pecuária. Igualmente, a avaliação do processo de elaboração, a governança e o controle do Plano ABC no Estado do Maranhão são condição *sine qua non*, para que as metas assumidas pelo país sejam alcançadas.

4.4.2 Elaboração do Plano no Estado do Maranhão

Para incentivar a implantação de Planos Estaduais, o MAPA, juntamente com a Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo (SDC), organizou, em abril de 2012, a 1ª Reunião Nacional sobre o Plano ABC. Com base nessa reunião – que teve a participação de representantes das secretarias de Agricultura dos estados, Embrapa, MDA, MMA, CIM, dentre outros –, pôde-se partir para a formação de um comitê estadual, objetivando a criação do Plano ABC em vários estados do Brasil.

No dia 12 de junho de 2012, foi realizada no Maranhão a 1ª Reunião de Sensibilização sobre o Plano ABC, na sede da Federação de Agricultura e Pecuária do Maranhão (FAEMA), organizada pela Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SAGRIMA), com a participação de entidades do setor ambiental, agropecuário, pesquisa, bancário, secretarias estaduais, entidades de classe, técnicos e produtores rurais. A partir dessa reunião, foi criado, em agosto de 2012, um arranjo institucional que envolveu 15 organizações do setor público e privado, constituindo o Grupo Gestor Estadual (GGE), coordenado pela Secretaria de Agricultura e Pecuária do Maranhão (SAGRIMA) e sendo integrado pelas seguintes instituições: Agência Estadual de Defesa Agropecuária (AGED) e de Pesquisa e Extensão Rural (AGERP), Secretaria de Agricultura Familiar (SAF) e de Meio Ambiente (SEMA), Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Embrapa Cocais, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Sistema FAEMA/SENAR, Federação dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais do Maranhão (FETAEMA) e os Bancos do Brasil (BB), do Nordeste (BNB) e da Amazônia (BASA).

Logo após a formação do grupo gestor, no mês de setembro de 2012, foi aprovado o Regimento Interno do Grupo Estadual do ABC, cuja função é criar comissões e disciplinar as ações e o funcionamento do Plano ABC no Maranhão. Nessa ocasião, foi criada uma programação de reuniões mensais com membros do grupo gestor e organização de vários eventos, objetivando a elaboração do Plano Estadual, bem como a sua divulgação no estado do Maranhão.

As programações e seminários, realizados durante a elaboração do Plano ABC estadual, encontram-se no quadro 1, no qual é possível observar o esforço em apresentar ao público alvo – geralmente composto por produtores, agentes financeiros, estudantes e professores de agronomia, pesquisadores, profissionais e todos os atores envolvidos no setor produtivo – a importância de utilizar alternativas para uma agricultura sustentável com o uso de processos tecnológicos que mitiguem os Gases de Efeito Estufa no campo. Outro evento importante dentro da proposta de construção do Plano ABC foi a “oficina do ABC Cerrado”,

a qual teve por objetivo apresentar, aos estados que fazem parte do Bioma Cerrado, o Programa de Investimentos Florestais (FIP- Cerrado), criado no âmbito dos Fundos de Investimentos Climáticos (CIF) do Banco Mundial. Essa foi uma importante ferramenta para o uso sustentável das terras e a melhoria da gestão florestal no bioma Cerrado, haja vista que contribuiu para a redução da pressão sobre as florestas remanescentes, a diminuição das emissões de GEE e o aumento do sequestro de CO_2, o qual faz parte das estratégias propostas pelo Plano ABC.

Quadro 1- Eventos realizados durante a elaboração do Plano ABC Estadual, dos anos de 2012 a 2013.

Ano	Mês	Evento	Local	Objetivo
2012	Outubro	I Seminário do Plano ABC do Maranhão	Assembleia Legislativa/ São Luís - MA	- Discutir a importância de utilizar alternativas em busca de uma agricultura sustentável, com o uso de processos tecnológicos que neutralizam ou minimizam os Gases de Efeito Estufa no campo, chamada de Agricultura de Baixo Carbono (ABC).
2013	Janeiro	1ª Oficina do ABC Cerrado	Brasília - DF	- Expor o Programa de Investimentos Florestais (FIP- Cerrado) aos estados que possuem Bioma Cerrado; - Apresentar o Plano de Trabalho do Maranhão, para a capacitação de técnicos em RPD, iLPF e SPD, em 28 municípios do Cerrado maranhense.
	Janeiro	Curso de capacitação em elaboração de projetos	FAEMA/ São Luís	- Dar subsídio ao Grupo Gestor Estadual para elaboração do Plano ABC Estadual.
	Abril	I Seminário sobre Conservação de solos do Estado do Maranhão	UEMA/ São Luís - MA	- Discutir o atual estágio do manejo e da conservação do solo, contextualizando a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC), e capacitar profissionais que atuem no manejo e gestão dos recursos naturais.
	Maio	Palestra sobre Plano ABC/MA	FAPCEN - Agrobalsas/ Balsas - MA	- Apresentar algumas das ações realizadas pelo comitê estadual do Plano ABC, tais como: capacitações, seminários e reuniões, objetivando discutir o tema e criar subsídios para a elaboração do Plano Estadual de Agricultura de Baixo Carbono.
	Setembro	Palestras sobre "Pastagem Degradada" e "Programa ABC e Créditos de Carbono"	Parque Independência /EXPOEMA - São Luís - MA	- Mostrar tecnologias para reduzir as emissões de GEE e apresentar a linha de crédito do ABC.

	Outubro	Oficina de Elaboração do Plano ABC Estadual	UEMA/São Luís - MA	- Fazer a identificação e análise crítica da realidade do estado do Maranhão, em termo das práticas agropecuárias adotadas que promovem a emissão de GEE; - Elaborar um esboço do Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), elaborado de forma consensuada.
2014	Maio	II Seminário sobre Conservação de Solos do Estado do Maranhão	SEBRAE/ Presidente Dutra - MA	- Apresentar as tecnologias do Plano ABC: iLPF; RPD; SPD; Sistemas Agroflorestais. - Programa ABC; - Dia de Campo sobre iLP
	Abril	2ª Oficina do FIP/ABC/CERRADO	Brasília - DF	- Promover uma maior integração entre o grupo e esclarecer pontos da execução técnica e administrativo-financeira do ABC Cerrado.

Avaliando a cadeia de governança do Plano ABC, FGV (2013b, p. 15) assevera que para operar o Plano na ponta:

> (...) cada estado deveria elaborar um Plano ABC próprio, com metas a serem alcançadas até 2020, identificando regiões potencialmente estratégicas e especificidades regionais. Esse processo começaria com o levantamento da estrutura fundiária e logística do estado e da estrutura de assistência técnica e extensão rural (ATER) existente, culminando com a edição de um decreto do governador.

Nesse expediente, após todas essas etapas citadas terem sido cumpridas, no mês de dezembro, o Plano ABC Estadual foi concluído e homologado no Diário Oficial do Estado do Maranhão, por meio da Resolução n°02, de 23 de dezembro de 2014. Esse documento considera a criação do Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC do Estado do Maranhão.

4.4.3 Ações e metas do Plano ABC Estadual

O Plano ABC do Estado do Maranhão comprometeu-se em cumprir, de 2014 a 2017, 50% das ações planejadas para execução dos programas de RPD, iLPF, SPD, FBN, Floresta Plantada e Tratamento de Dejeto de Animais. Dessa feita, com um ano, desde a implantação do Plano, algumas ações foram planejadas, mas não foram executadas, a saber: participação em Feiras Agropecuárias e o intercâmbio com Paraná e Tocantins. O motivo apresentado foi em decorrência da não liberação de verba por parte do governo estadual, para execução das atividades.

Até 2017, estão previstas para serem realizadas 7 capacitações de 210 técnicos em iLPF e SAF, com implantação de 6 Unidades de Referência e realização de 6 dias de campo. Como parte dessa meta, em junho de 2014, ocorreu um dia de Campo sobre iLP, no município de São Domingos; em abril de 2015, foi realizado pelo GGE o Seminário de Sensibilização sobre iLPF/MATOPIBA; e em junho, foi organizado um Seminário e Dia de campo acerca do mesmo tema.

Algumas outras atividades foram realizadas no ano de 2015, como: mesa Redonda sobre o Plano ABC durante o Agrobalsas, em maio; o encontro de Avaliação do Plano ABC/ Bioma Amazônia (Observatório ABC/FGV); e dois Seminários do FIP/ ABC CERRADO, em Presidente Dutra e Chapadinha. Em novembro o GGE/MA, apresentou as ações do Plano ABC no 2º Encontro Nacional do ABC, para avaliação de desempenho dos Planos Estaduais, em Brasília.

As informações a respeito das ações do Plano ABC Estadual, em 2014 e 2015, demonstram uma "tímida" participação na execução das metas prescritas, sobretudo, no tocante aos segmentos propostos no Plano, vez que é possível observar um foco maior nas capacitações em iLPF. Isso se deve em razão da parceria com a Embrapa e de projetos já em execução no estado.

Assim, percebe-se uma divulgação ineficiente das tecnologias preconizadas no Plano ABC, o que caracteriza, a pouca promoção por parte das entidades financiadoras (MAPA; Governo do Estado do Maranhão e Banco Mundial). Segundo o coordenador do ABC estadual, as capacitações dos técnicos, a implantação de algumas UD's em iLPF e Encontros Nacionais são financiadas pelo MAPA. O governo do Estado disponibilizou recursos no valor de R$ 28.000,00 no Plano Plurianual 2016/2019, para a implantação de 10 UD's em 10 municípios do Maranhão. O Banco Mundial é o órgão financiador das capacitações dos produtores para o FIP/CERRADO. Logo, com múltiplos financiadores, há um menor controle na execução e cumprimento das ações planejadas, criando uma dependência entre o Plano Estadual e os órgãos de financiamento.

Vale ressaltar, que não houve, até então, no estado, capacitações direcionadas à técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos e veterinários, que são potenciais multiplicadores da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.

4.4.4 Governança e articulação institucional

A governança do Plano ABC Estadual perpassa pelos Grupos Gestores e, para haver uma efetividade nas ações e metas propostas, é necessário um engajamento das estruturas organizacionais, a fim de impedir a descontinuidade dessa governança. Nesse diapasão, pesquisas realizadas pelo Observatório ABC (FGV, 2013b) concluíram que, dentro da governança do Plano ABC (em âmbito nacional), é preciso melhorar a definição de responsabilidade, a articulação e a ação integrada entre os diversos órgãos federais envolvidos no processo, bem como desses com os órgãos executores nos estados.

Nessa lógica, para a construção do Plano Estadual do Maranhão, foi necessário o engajamento das instâncias federais, sendo assim, para as reuniões, visando à criação do Plano ABC Estadual. Para tanto, houve a participação de representantes do MAPA e de pesquisadores da Embrapa de várias regiões, fornecendo o aporte necessário para cumprir os objetivos de elaboração do Plano. No entanto, alguns entraves foram destacados, durante sua elaboração e mesmo após a sua homologação.

Destarte, segundo entrevista realizada com o coordenador do ABC no Maranhão (SAGRIMA), das dificuldades encontradas na cadeia de governança do estado, destaca-se a falta de participação efetiva dos representantes das instituições que compõem o Grupo Gestor. E conforme ele, isso advém da falta de estímulo para a participação desses nas reuniões, como por exemplo, por meio de ajuda de custo com transporte. Por consequência, está sendo realizada a substituição de alguns membros dos grupos gestores, a fim de estimular uma participação efetiva nas reuniões mensais do Plano ABC, oportunizando seu aprimoramento e execução no estado.

Foi identificada, durante a entrevista realizada, uma indefinição da cadeia de responsabilidades para o desdobramento das ações previstas e a respectiva cobrança de resultados. Como exemplo, o entrevistado citou a falta de engajamento dos bancos oficiais do Programa ABC, sobretudo, o Banco do Brasil, causando dificuldades de acesso às informações e, por conseguinte, dificultando a avaliação dos resultados obtidos até então, em termos de créditos acessados e evolução do Programa ABC. Desse modo, fica evidenciada a segregação que, até o momento, persiste entre os mecanismos de controle e acompanhamento do Programa ABC e a estrutura de governança do Plano ABC.

A coordenação e interação do Plano ABC Estadual com outras políticas públicas e legislações relacionadas às atividades-chave do Programa ABC fazem parte de um dos objetivos propostos pelo Plano Nacional. O Maranhão está engajado em dois programas

principais, são eles o FIP e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do Bioma Amazônia (PRADAM)[20]. Para o FIP/Cerrado, foi apresentada pelo Maranhão, junto ao MAPA, em novembro de 2014, a proposta de realização de seminários, capacitação de produtores e instalação de Unidades Demonstrativas (UD's), em 20 municípios do Cerrado maranhense. Quanto ao PRADAM, em dezembro, foi proposta a capacitação de produtores e manutenção de 3 UD's em iLPF nos municípios de Codó, Fortuna e Santa Inês, com recursos no valor de R$ 46.627,00. No entanto, para 2015, não foi viabilizada a implantação dessas propostas, em virtude de restrições orçamentárias e mudança de governo no estado, sendo necessário apresentar nova proposta orçamentária para o ano de 2016.

As atribuições do GGE, após a homologação do Plano, segundo o entrevistado, é de apoio às programações do ABC, por meio da viabilização de instrutores, construção de novas propostas para alcançar as metas do Plano, liberação de espaços físicos para seminários e reuniões, dentre outros. Na elaboração do Plano ABC Estadual, foram preconizadas ações transversais que têm por objetivo complementar as demais ações previstas, de forma a contribuir com o cumprimento dos compromissos assumidos pelo estado do Maranhão. Sob esse prisma, foram elencadas as ações e os órgãos responsáveis por sua execução, conforme aduz quadro 2.

Quadro 2 - Ações Planejadas para execução dos Programas do Plano ABC

Ações	Localização geográfica	Órgão responsável	Parceiros	Produto
Realizar palestras motivacionais sobre o Plano ABC para produtores, técnicos e sociedade em geral	Estadual	SAGRIMA	MAPA AGED AGERP FAEMA EMBRAPA IFMA FETAEMA	Campanhas
Elaborar levantamento de área por microrregião e cadastramento dos produtores interessados	Estadual	AGED AGERP	FAEMA FETAEMA Prefeituras e Sindicatos	Cadastros
Realizar estudos de Modelagem das emissões de GEE do estado do Maranhão	Estadual	SECTEC[21]	UEMA UFMA IFMA EMBRAPA	Diagnóstico

[20] Que tem base legal na lei de n° 9.985, de 18 de julho de 2000.
[21] Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SECTEC).

			UNIVIMA FAPEMA	
Realizar eventos para esclarecimento sobre crédito rural	Estadual	SAGRIMA	BB BNB BASA CEF	Palestras
Sensibilizar os agentes financeiros quanto à importância e o compromisso com o Plano ABC	Estadual	SAGRIMA FAEMA	BB BNB BASA CEF	Termos de Compromisso

Fonte: MARANHÃO, 2014

Dentre as ações transversais, destaca-se a necessidade de elaboração e levantamento de área por microrregião e cadastramento dos produtores interessados no Plano ABC, sob a coordenação da AGERP e AGED. Contudo, até o momento, não há projetos prescritos que abarquem essas metas, que são de fundamental importância para a identificação dos produtores e monitoramento do Plano. Percebe-se um maior desenvolvimento nas outras ações, encabeçadas pela SAGRIMA, com as reuniões e seminários de sensibilização e o diagnóstico das emissões de GEE, com o apoio da Embrapa.

4.4.5 Principais dificuldades do Plano ABC Estadual

Em novembro de 2015, foi realizado em Brasília o 2° Encontro Nacional do Plano ABC, em que estiveram presentes representantes de 26 estados brasileiros. O Maranhão, na pessoa do Coordenador do ABC na SAGRIMA, Sr. Luíz Coelho, apresentou, durante esse evento, uma análise geral do Plano ABC no estado.

Em meio às colocações feitas a respeito do cenário e impacto do Plano no Maranhão, pode-se destacar:

> *A falta de estudos socioeconômicos, antes da implantação das tecnologias previstas pelo Plano ABC, para constatação dos impactos de adoção e dos indicadores da atividade;*
> *Ausência de metodologia uniforme e formulário padrão para a coleta de dados, de modo continuado nas Unidades Demonstrativas;*
> *Falta da definição das variáveis mais importantes para os sistemas integrados, como formação de banco de dados unificado de modo a simular os cenários para as novas adoções;*
> *Desconhecimento das realidades quanto aos componentes, solo, pastagens, desempenho zootécnico (pecuária), lavouras (produtividade e variedades), e florestal;*
> *Adequação, acompanhamento, adaptação, validação e divulgação dos princípios dos sistemas integrados para a agricultura familiar e pequenos produtores. (COELHO, em 04/12/2015)*

Dentre os fatores apontados por Coelho, destaca-se a necessidade de metodologias e tecnologias para monitorar os impactos do Plano ABC no estado, procedimento esse que pode ser feito através da realização de pesquisas que possibilitem a compreensão dos fatores inerentes à agropecuária do Maranhão, sejam eles sociais ou técnicos. Outrossim, é apontada, como sendo um fator limitante, a carência de adequação, acompanhamento e, sobretudo, divulgação do Plano ABC para a Agricultura Familiar e pequenos produtores, os quais, não obstante a pulverização observada no estado, são um público que pode contribuir com a mitigação dos GEE. Um dos problemas apontados para a baixa participação dos Agricultores Familiares está relacionado às altas taxa de juros do Programa ABC. Logo, seria necessário trazer à baila a conscientização e capacitação, para que o Plano ABC pudesse alcançar, de forma efetiva, os pequenos produtores.

Para o monitoramento, é necessário avaliar o desembolso do Programa ABC no estado desde a criação do Plano Estadual. No entanto, como já citado, existe dificuldade de acesso às informações dos bancos, especialmente Banco do Brasil, o que impossibilita a transparência do Programa ABC no estado. Das informações referentes ao acesso a crédito do Programa, não se tem informações da captação de recursos da safra de 2014/2015, período de homologação do Plano ABC estadual.

4.4.6 Desembolso do Programa ABC no Maranhão

O desembolso do Programa ABC no estado do Maranhão é considerado “tímido” em relação a outros estados do Brasil. Na safra de 2011/2012, o Maranhão ficou em 15° lugar em ordem de captação de recursos, na faixa de R$ 12 milhões, com 34 contratos aprovados, representando em média 4,2% do estado de Minas Gerais, o qual ficou em 1° lugar com R$ 282,2 milhões. Na safra de 2012/2013, houve um aumento significativo dos recursos e contratos do Programa ABC, o Maranhão captou cerca de R$ 27 milhões, ou seja, um aumento de 125% em relação a safra anterior, com 184 contratos, ficando em 14° lugar em relação aos demais estados brasileiros. Na safra de 2013/2014, o estado passou para R$ 55,2 milhões, em um total de 315 contratos, assumindo a posição 11° em relação aos outros estados do Brasil, passando então para o grupo que capta entre 1% e 2% do total de recursos do Programa. Dessa forma, é percebido um avanço significativo do Programa ABC no Maranhão, o que vem ao encontro da necessidade da região para recuperação de pastagens e desmatamento ilegal zero (FGV, 2013b).

Segundo FGV (2013c), para os estados das regiões Norte e Nordeste, o financiamento da agricultura de baixo Carbono alavancou, principalmente, em razão da expansão da fronteira agrícola na região denominada de MAPITOBA, uma região que abrange parte dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, com destaque, nos últimos anos, para a produção de grãos no país.

Em contrapartida, esse aumento do desembolso do Programa ABC no Maranhão ainda não pode estar relacionado à criação Plano ABC Estadual, devido a poucas atividades de divulgação realizadas até então, o que evidencia a participação do Banco do Brasil com capacitações dos agentes financeiros e divulgação dessa linha de crédito entre os produtores.

Como já diagnosticado em 2013, pelo Observatório ABC, e reforçado durante a entrevista com o Coordenador do ABC no Maranhão, a ínfima participação do estado nos contratos e desembolsos do Programa ABC deve-se a problemas fundiários, falta de assistência técnica, baixa divulgação e um comprometimento dos produtores com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), já que os juros do Programa ABC chegam a 8% a.a., levando os agricultores a buscarem outras fontes de financiamento.

5 CONCLUSÃO

No Maranhão, o maior peso das emissões de GEE encontra-se na pecuária, a partir da fermentação entérica e do manejo de dejetos de animais em pastagens, representando 88% das emissões totais do setor e isso se deve ao crescimento linear do rebanho bovino no estado, nos últimos anos. Com o aumento das áreas de agricultura no Maranhão, as emissões de solos agrícolas, seguiram em segundo lugar, com 11% das emissões, enquanto que o arroz irrigado emitiu 1% do total.

De mesmo modo, com a criação do Plano ABC Estadual, foram instituídas metas de mitigação para os impactos associados à agropecuária. Sendo assim, na pecuária, com a implantação 50 mil ha de RPD e 100 mil ha de iLPF, foi estimada a neutralização das fontes de emissões na ordem de 5,2% até 2020, o que demostra um pequeno potencial de redução em relação ao total emitido pelo subsetor. Quando avaliadas as emissões de N_2O, decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados, foi projetada a mitigação da ordem de 18% em relação ao total emitido, o que demonstra maior potencial de redução nas emissões provenientes de solos agrícolas. No que diz respeito ao arroz irrigado, ainda não existem fatores de emissão no Brasil, para avaliar seu potencial de mitigação através da implantação de tecnologias e manejos.

Portanto, este estudo demonstra a necessidade de se estabelecer outras medidas que visem alcançar o compromisso assumido pelo Maranhão na redução das emissões de GEE. Algumas sugestões são apresentadas a seguir:

a) Para a criação de ruminantes, com a implantação de uma dieta de melhor qualidade para o gado, é possível reduzir o tempo de abate do animal e, consequentemente, o tempo de manutenção de animais adultos em pastagem, reduzindo a emissão de CH_4e N_2O, por meio da fermentação entérica e dos dejetos em pastagem (FGV, 2015);

b) Estimular a diversificação na criação de animais também se torna uma alternativa viável para se alcançar os objetivos propostos, haja vista que as emissões por animais de menor porte ou dos não ruminantes são menores, se comparadas às dos rebanhos bovinos. Ademais, para a criação desses animais, são necessárias áreas menores;

c) Incentivar a redução da expansão da pecuária em detrimento das áreas agrícolas é uma estratégia para reduzir as emissões de CH_4 e N_2O do rebanho bovino, pois, como supracitado, as emissões de GEE, por parte da utilização de fertilizantes nitrogenados, representam menores taxas em relação à fermentação entérica dos bovinos.

Diante disso, após avaliar as características da agropecuária no estado do Maranhão e o cenário de emissões, procurou-se analisar a construção do Plano ABC Estadual. E com base no que foi exposto, percebeu-se como principais entraves para o seu avanço: uma divulgação ineficiente do Plano; poucas ações que promovessem a transferência das tecnologias preconizadas no Plano ABC; a não realização de treinamento de técnicos agropecuários nas tecnologias do ABC, o que pode culminar em projetos de má qualidade e atraso no cumprimento das metas do Programa; pouca articulação entre o Grupo Gestor Estadual, apontando para um desalinhamento entre as estruturas de governança, bem como, entre os órgãos de financiamento do Plano ABC Estadual, tanto para aprovação de projetos, quanto para financiar a divulgação dele.

Não obstante, vale ressaltar que ainda são incipientes as atividades do GGE no Maranhão, em razão do curto tempo de vigência do Plano, o que demandará outras análises posteriormente.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, Dirceu, et al. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural** [online]. v. 32, n. 6, p. 1073-1081. ISSN 1678-4596, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000600026>. Acesso em: 4 set. 2015.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2014.** São Paulo: ANDA, 1987-2015.

BICHARA, Jahyr-Philippe; LIMA, Raquel Araújo. Uma análise da política nacional sobre mudança do clima de 2009. **Cadernos de Direito**, Piracicaba, v. 12, jul.-dez. 2012. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/direito/article/viewArticle/237>. Acesso em: 27 nov. 2015.

BIOCLIMÁTICO. **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas**. Disponível em: <http://www.bioclimatico.com.br/document.aspx?IDDocument=86)>. Acesso em: 02 out. 2015.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Efeito Estufa e a Convenção sobre o Clima.** Setembro de 1999. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/especial/clima.pdf> Acesso em: 25 nov. 2015

BRASIL. Decreto n° 2.652, de 01 de julho de 1998. Dispõe sobre a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 01 jul. 1998. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/438888.pdf>. Acesso em: 07 out. 2015.

_____. Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências.**Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 21 nov. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6263.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

_____. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6°, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 9 dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

_____. Decreto nº. 5.445, de 12 de maio de 2005.Promulga o Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 12 mai. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5445.htm>. Acesso em: 8 out. 2015.

_____. Lei n°12.114, de 09 de dezembro de 2009b. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 9 dez. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

_____. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009a. Institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, Plano Nacional de Mudanças do Clima (PNMC)**, Brasília, Imprensa Nacional, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

_____. 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**: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República - Brasília: MAPA/ACS, 2012.

CADERNOS NAE. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. **Negociações internacionais, vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima**, v. 1, nº 3, Brasília, 2005a. Disponível em: <http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/new2/ccpdf/NAE_Vol_I.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2015.

CAMPANILI, Maura. **Agropecuária responde por 27% das emissões brasileiras.** Observatório ABC, 2015. Disponível em: <http://www.observatorioabc.com.br/agropecuaria-responde-por-27-das-emissoes-brasileiras?locale=pt-br>. Acesso em: 23 nov. 2015.

CARDOSO, Abmael da Silva. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central.** 2012. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.cnpc.org.br/arquivos/avaemgaefesdiceinuspabracen.pdf> Acesso em: 18 nov. 2015.

CORDEIRO, Luiz Adriano Maia et al. **O aquecimento global e a agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF:MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011. 75 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/8.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2015.

EMBRAPA. **Emissão de metano em sistemas de produção de arroz irrigado**. Embrapa Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=agrog:::92>. Acesso em: 02 jan. 2016.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Agricultura de Baixa Emissão de Carbono:** Quem cumpre as decisões? Observatório ABC (Fundação Getúlio Vargas)- Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, 2013b. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/observatorio_abc/ckeditor_assets/attachments/136/sumario_executivo_estudo_2.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2015.

_____. **Agricultura de Baixa Emissão de Carbono:** a evolução de um novo paradigma. Observatório ABC (Fundação Getúlio Vargas) - Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2013a. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/275/abc_novoparadgima_completo.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2016.

_____.**Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**: Financiando a transição.Observatório ABC (Fundação Getúlio Vargas) - Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2013c. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/263/financiandoatransicao_planoabc.pdf>. Acesso em: 7 out. 2015.

_____. **Invertendo o sinal de carbono da agropecuária brasileira: uma estimativa do potencial de mitigação de tecnologias do Plano ABC de 2012 a 2023.** Observatório ABC. (Fundação Getúlio Vargas)- Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, 2015. 38 p. Disponível em: <http://medias.canalrural.com.br/resources/pdf/1/5/1435789855051.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2015.

_____. **O Brasil e uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono:** Agenda para os Presidenciáveis. (Relatório de Pesquisa). Observatório ABC (Fundação Getúlio Vargas) - Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://s3-sa-east 1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/309/PROJETO_ABC_EM_SIMPLES_Final.pdf> Acesso em: 23 set. 2015.

FUNAG. Fundação Alexandre de Gusmão. Seminário sobre Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro, 19 de novembro de 2009. Disponível em:<http://www.funag.gov.br/biblioteca/dmdocuments/MudancasClimaticas.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015.

GHINI, Raquel. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. 1 ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/climapest/livros/livro3.html > Acesso em: 03 jan. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**, Brasil. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11>. Acesso em: 9 nov. 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2014**, Brasil. Disponível em:<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11>. Acesso em: 9 nov. 2015.

IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. **Mudança do Clima 2007:** a Base das Ciências Físicas. Paris, 2007. Disponível em: < http://www.ecolatina.com.br/pdf/ipcc-completo.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2015.

LIMA, Magda Aparecida de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais:caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, n. 3, set./dez., 2002.

LIMA, Raquel Araújo. A Política Nacional sobre Mudança do Clima como instrumento de efetivação do princípio do desenvolvimento sustentável. **XXI Encontro Nacional do CONPEDI**. Rio Grande do Norte, UFRN. 2012. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=df12ecd077efc8c2>.Acesso em 25 nov. 2015

LOPES, Nathália Lima. **Potencial de neutralização das emissões de gases de efeito estufa na pecuária leiteira pelos sistemas silvipastoris**. 116 f. 2013. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3159/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 30 dez. 2015.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Financiamento**. 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc/financiamento>. Acesso em: 3 jan. 2016.

MARANHÃO. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano estadual de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. Maranhão, 2014.

MARENGO, José Antônio. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2 ed. Brasília: MMA, 2007. Disponível em:<http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/prod_probio/Livro2_completo.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.

MAROUN, Maria Regina. **Adaptação às mudanças climáticas:** uma proposta de documento de concepção de projeto (DCP) no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/mmarounmr.pdf>. Acesso em: 02 out. 2015.

MCTI. Ministério de Ciência, Tecnologia. **Emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais.** Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Embrapa, 2010a. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/921485/1/2011MZ02.pdf>. Acesso em: 06 out. 2015.

_____. **Emissões de óxido nitroso de solos agrícolas e demanejo de dejetos.** Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Embrapa, 2010b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0212/212444.pdf >. Acesso em: 06 out. 2015.

_____. **Emissões de metano do cultivo de arroz.** Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasília, 2010c. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0210/210004.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2015.

_____. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 2. ed. Brasília. 2014.

_____. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 1. ed. Brasília. 2013. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2015.

MORAIS, Rafael Fiusa de. **Manejo do Nitrogênio e Emissão de Gases de Efeito Estufa na produção de Capim-elefante para bioenergia**. 88 f. 2011. Tese (de Pós- Graduação em Agronomia/ Ciência do solo) - Instituto de agronomia/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ia.ufrrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/289_(DO_-_2011)_Rafael_Fiusa_de_Morais.pdf. Acesso em: 24 nov. 2015. Acesso em: 23 nov. 2015.

MOSS, A.R; JOUANY, J. P & NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: contribution to global warming. Ann. Zootech., 49: 231-253. 2000. In: CARDOSO, Abmael da Silva. **Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil Central.** 2012. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.cnpc.org.br/arquivos/avaemgaefesdiceinuspabracen.pdf> Acesso em: 18 nov. 2015.

NEUE, H.U. Methane emission from rice fields. Bioscience, Washington, v.43, n.7, p.466-474, 1993. In: AGOSTINETTO, Dirceu, et al. Potencial de emissão de metano em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural** [online]. v. 32, n. 6, p. 1073-1081. ISSN 1678-4596, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000600026>. Acesso em: 4 set. 2015.

PALERMO, Giuseppe Cernicchiaro. **Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e medidas mitigatórias da pecuária:** potencialidades da intensificação e do confinamento do gado bovino de corte brasileiro. 254 f. 2011. Dissertação (Pós-graduação em Planejamento Energético)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: < http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/giuseppe_palermo.pdf> Acesso em: 2 ago. 2015.

ROSA, Roberto; SANO, Edson Eyji; ROSENDO, Jussara dos Santos. Estoque de carbono em solos sob pastagens cultivadas na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. **Rev. Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 2, n. 26, mai/ago, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/viewFile/24180/pdf_89>. Acesso em: 7 dez. 2015.

SHAW, R. Linking various aspectsof atmospheric change through asystems analysis of food. **Environmental Monitoring and Assessment**,v. 46, p. 113-133, 1997.

SOUZA, Ivan Domicio da Silva; TAKAHASHI,Vania Passarini. A visão de futuro por meio de cenários prospectivos: umaferramenta para a antecipação da inovação disruptiva. **Future StudiesResearchJournal**. São Paulo, v.4, n.2, Jul./Dez. 2012. Disponível em: < http://www.spell.org.br/documentos/download/9222 >. Acesso em: 25 jan. 2016.

UNFCCC. **Convenção sobre mudanças do clima** (versão traduzida). Ministério da Ciência e Tecnologia, 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/convencao_clima.pdf> Acesso em: 16 nov. 2015.

APÊNDICE

ENTREVISTA - ANÁLISE DA GOVERNANÇA

1) Dos órgãos pertencentes ao grupo gestor, qual as atribuições de cada um no Plano ABC? (coordenar; executar; fiscalizar ou responder pelas ações)

3) Quando e como foi instituído esse comitê ?

2) Existem setores (estruturas organizacionais) dentro de cada grupo gestor, que trabalha especificamente com o Plano ABC.

3) Como funciona os calendários regulares de reuniões e comunicação entre os gestores federais e estaduais?

4) Como é feita a divulgação do Programa no estado? (URT's; capacitações; Assistência Técnica; Congressos; Seminários)

5) Quantas capacitações já foram realizadas com orçamento do Programa até agora?

6) Quais são as entidades públicas ou privadas que são parceiras na divulgação do Plano ABC? Qual a função dela (s)?

7) Como funciona a articulação do Plano ABC com os demais órgãos federais, bancos e outras entidades (como ONG's)?

7) O Plano ABC é coordenado levando em consideração outros Planos relacionados a atividade-chave do programa? (Ex: planos estaduais de controle de desmatamento, planos de conservação de água etc..)

8) Já foi realizado algum diagnóstico nas regiões do Estado para se saber quais necessitam mais urgentemente de uma ação de mitigação, para que assim pudesse ser incentivado uma maior divulgação do programa e estimulado mais parcerias?

10) Existe algum envolvimento do Plano com STTR; Rede pública de Assistência Técnica e Extensão Rural; Cooperativas; Associações, para difusão da prática do plano e difusão do Programa ABC?

9) O que está sendo realizado para superação das restrições fundiárias e o atendimento das condicionantes ambientais que dificultam a implementação e operacionalização do programa?

10) Qual metodologia e tecnologia utilizada para monitorar e comprovar a redução da emissão de gases do efeito estufa nos empreendimentos financiados pelo Programa ABC? (criar indicadores; estudo de caso nas propriedades)

11) Onde é disponibilizado as informações a respeito do total de projetos; valores financiados, e dados georreferenciados da propriedade?

12) Como funciona a transparência do Plano ABC? Existe algum portal na internet para disponibilizar informações para a sociedade?

13) Existem projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação sobre o Agricultura de Baixa Emissão Carbono sendo realizados no Maranhão?