

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS CLIMÁTICAS E O USO DA TERRA NO BRASIL

JULIANO DOS SANTOS CARDOSO

DOURADOS/MS

2018

JULIANO DOS SANTOS CARDOSO

ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS CLIMÁTICAS E O USO DA TERRA NO BRASIL

Dissertação apresentada à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito para a obtenção de título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Jonathan G. da Silva.

DOURADOS/MS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Cardoso, Juliano dos Santos.

ENSAIOS SOBRE POLÍTICAS CLIMÁTICAS E O USO DA TERRA
NO BRASIL / Juliano dos Santos Cardoso. Dourados: UFGD, 2018.

88 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva.

Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de
Administração, Ciências Contábeis e Economia, Universidade Federal da
Grande Dourados.

Inclui bibliografia.



UFPGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR **JULIANO DOS SANTOS CARDOSO**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "EM AGRONEGÓCIOS E DESENVOLVIMENTO".

Aos vinte e nove dias do mês de agosto de dois mil e dezoito, às 14h, em sessão pública, realizou-se na Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "Ensaio sobre políticas climáticas e o uso da terra no Brasil" apresentada pelo mestrando **JULIANO DOS SANTOS CARDOSO**, do Programa de Pós-Graduação em AGRONEGÓCIOS, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva /UFPGD (presidente/orientador), Prof.^a Dr.^a Jaqueline Severino da Costa /UFLA (membro titular), Prof.^a Dr.^a Luciana Ferreira da Silva /UEMS (membro titular) e Prof. Dr. Paulo Sérgio Vasconcelos /UFPGD (membro titular). Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado aprovado, fazendo jus ao título de MESTRE EM AGRONEGÓCIOS. Os membros da banca abaixo assinados atestam que a Prof.^a Dr.^a Jaqueline Severino da Costa participou de forma remota desta defesa de dissertação, considerando o candidato aprovado, conforme declaração anexa. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados, 29 de agosto de 2018.

Jonathan Gonçalves da Silva _____

Luciana Ferreira da Silva _____

Paulo Sérgio Vasconcelos _____

Jaqueline Severino da Costa _____

Participação Remota

ATA HOMOLOGADA EM: ___/___/___, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA /UFPGD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa
Assinatura e Carimbo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

UFGD
Universidade Federal
da Grande Dourados

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM: AGRONEGÓCIOS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: AGRONEGÓCIOS E DESENVOLVIMENTO

**DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA - SÍNCRONA - EM BANCA DE DEFESA DE
MESTRADO/ UFGD**

Às 14:00h do dia 29/08/2018, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da banca de Defesa de Dissertação do candidato **Juliano dos Santos Cardoso**, do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pelo candidato, formalizo para fins de registro, por meio deste, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: **Aprovado**.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Jaqueline Severino da Costa
Universidade Federal de Lavras

*À minha esposa Margarete, aos meus filhos,
Juliano, Maria Luísa, Ana Clara e Maria Júlia.*

AGRADECIMENTOS

Louvo a Deus pela condução da minha vida. Em quem, nesse expressivo período de tempo, encontrei forças, conforto, sabedoria e paciência para insistir no cumprimento dessa importante fase acadêmica de minha vida. Obrigado, Senhor!

Sou grato a minha família pela compreensão e apoio. Obrigado, Malu e Jota, crianças inteligentes e amáveis que, apesar da pouca idade, souberam perdoar minha ausência quando das diversas e longas viagens para participar das aulas e demais atividades acadêmicas na cidade de Dourados. Agradeço, em especial, a minha esposa, que apesar de minha falta em diversos compromissos sociais e escolares, dias e noites de isolamento para estudos, sempre me incentivou a prosseguir e alcançar os objetivos propostos. Obrigado, Maju e Clarinha. O amor de todos vocês tornou a caminhada menos árdua e realizável. Amo vocês!

Não poderia deixar de agradecer ao meu pai. Homem íntegro e trabalhador, deu-me não só o exemplo como também ajudou-me com os meios materiais para que conseguisse participar de todos os eventos acadêmicos em Dourados. Obrigado, pai!

Minha reverência aos Mestres, a cada professor que contribuiu de alguma forma para a construção do repositório intelectual que adquiri ao longo desses dois anos.

Minhas loas ao meu Orientador, uma das pessoas mais inteligentes e humildes com quem tive o prazer de conviver. Homem de bons modos, sempre presente e acessível, com muita paciência e dedicação tornou possível o desenvolvimento desse ensaio científico. Professor Jonathan, sua conduta profissional bem representa o corpo docente e técnico da conspícua Universidade Federal da Grande Dourados, instituição e profissionais que sempre reverenciarei e de quem jamais me esquecerei.

Queridos amigos discentes do curso de Mestrado em Agronegócios, vocês foram minha segunda família; a vocês, meu muito obrigado.

“A natureza pode suprir todas as necessidades básicas do homem, menos a sua ganância”.
Mahatma Gandhi (1869-1948).

RESUMO

Este trabalho analisou as implicações econômicas e ambientais do Plano ABC, do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD) e do Código Florestal (CF), as principais políticas brasileiras sobre as mudanças do uso da terra e florestas, com enfoque na redução das emissões domésticas de gases de Efeito Estufa (GEE) e com influência na atividade agropecuária. Para isso, esta dissertação está dividida em dois ensaios independentes. No primeiro, foi realizada uma análise qualitativa da execução e dos resultados do Plano ABC e do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD). O Plano ABC contou, até abril de 2018, com um aporte de R\$ 25,67 bilhões e o REDD, com US\$ 1,13 bilhões. Enquanto os recursos disponibilizados para o Plano ABC excedem a demanda, faltam recursos para o REDD. Apesar de entraves burocráticos e culturais que estão dificultando a alocação eficiente de recursos, o REDD já reduziu as emissões nacionais em 4,30 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_{2e}). O Plano ABC pode reduzir as emissões no setor em até 50,89 milhões de tCO_{2e}. No segundo ensaio, foi utilizado um modelo de equilíbrio geral, o TERM-BR, para analisar os efeitos econômicos e ambientais da implementação da imposição legal, expressa no Código Florestal, consistente em recuperar e manter um percentual de vegetação nativa (VN) nos imóveis rurais para Reserva Legal (RL), em dois biomas brasileiros, a Amazônia e o Cerrado. Na Amazônia, identificou-se um *déficit* de 4,47 Mha de VN e, no Cerrado, de 5,03 Mha. Em ambos os casos, para a conformidade ambiental, será necessário o abandono de áreas produtivas para conversão em VN. Os resultados das simulações indicam que a aplicação da política afetará negativamente as principais variáveis macroeconômicas brasileiras, bem como causaria redução na produção agropecuária nos estados que abrigam os biomas Cerrado e Amazônia, além de outras atividades relacionadas ao setor do agronegócio. Ocasionalmente também a migração da força de trabalho dos estados atingidos pela política para outras regiões do País que tenham no agronegócio seu principal setor produtivo. A recuperação da VN no bioma Amazônia pode reduzir as emissões de GEE em 3,15 milhões tCO_{2e}. e, no bioma Cerrado, em 7,67 mil tCO_{2e}. As áreas de pastagem seriam as que mais cederiam espaço para a recuperação da VN, principalmente no bioma Amazônia. Observou-se, por fim, que o cumprimento da política, a longo prazo, não importaria impactos significativos na economia brasileira como um todo, já que compromete menos de 1% do PIB do país.

Palavras-chaves: Análise; Políticas Climáticas; Plano ABC; REDD; Código Florestal.

ABSTRACT

This work had as activities of analysis of demobilization and degradation policies (REDD) and the Forest Code (CF), as the main Brazilian policies on land use and forest change, focusing on the reduction of domestic proteins of Effect gases Greenhouse (GHG) and its influence on agricultural activity. For this, this dissertation is divided in two independent tests. In the first, a qualitative analysis was carried out of the implementation and results of the ABC Plan and the Reduction of Emissions from Deforestation and Degradation (REDD) mechanism. The ABC Plan had, until April 2018, a profit of R \$ 25.67 billion and REDD, with US \$ 1.13 billion. Even if resources are available for REDD. However, the bureaucratic and cultural barriers that are hampering an efficient allocation of resources, REDD have already been issued at 4.30 billion tons of carbon dioxide equivalent (tCO₂e.). The ABC Plan can reduce sales by up to 50.89 million tCO₂e. In the second trial, a general exercise model was used, the deadline for assessing the risks and effects of legal imposition, expressed in the Forest Code, is necessary to recover and maintain a native vegetation index (NPV) in real estate. For Legal Reserve (RL), in two Brazilian biomes, the Amazon and the Cerrado. In Amazonia, a deficit of 4.47 Mha of NPV and in the Cerrado of 5.03 Mha was identified. In both cases, for an environmental assessment, it will be necessary to abandon production areas for conversion into NPV. The simulation indicators indicate that the application of the word negatively affects as major Brazilian macroeconomic variables, as well as the reduction of agricultural production in the states that host the Cerrado and Amazon biomes, in addition to other activities related to the agribusiness sector. It would also lead to the migration of the labor force from the states affected by the policy to the other regions of the country that have not agribusiness their main productive sector. The recovery of NPV in the Amazon biome can be reduced to 3.1 million tCO₂e. and no Cerrado biome at 7.67 thousand tCO₂e. As grazing areas such as those that are most important for the recovery of NPV, mainly in the Amazon biome. Finally, it should be noted that policy compliance, a long term, does not matter the impacts on the Brazilian economy as a whole, since it compromises less than 1% of the country's GDP.

Keywords: Analysis; Climate Policy; ABC plane; REDD; Forest Code.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Evolução histórica do aumento da temperatura terrestre, por hemisfério, medida anualmente e em graus Celsius (°C).....27
- Figura 2** - Emissões Equivalentes de CO₂e. (t) GWP-AR2 por setor no Brasil, no período de 2006 a 2015.....30
- Figura 3** - Distribuição dos biomas brasileiros no território nacional.....33
- Figura 4** - Valores disponibilizados e contratados, em bilhões de reais, para o Programa ABC. Na Safra 2017/2018 contabilizaram-se apenas os valores contratados entre julho e agosto de 2017.....36
- Figura 5** - Percentual dos produtores rurais dos estabelecimentos, por nível de instrução.....39
- Figura 6** - Distribuição no território brasileiro dos projetos apoiados pelo Fundo Amazônia.....41
- Figura 7** - Valor estimado de redução das emissões (em milhões de toneladas de CO₂e.) por ano, atribuído a projetos desenvolvidos pelo Fundo Amazônia.....42
- Figura 8** - Taxa histórica do desmatamento na Amazônia Legal, de 2004 a 2016 em Km².....42

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Estrutura de produção do modelo TERM-BR.....66
- Figura 2** - Estrutura da demanda das famílias no modelo TERM-BR.....68
- Figura 3** – Impacto da recuperação da VN para RL, no bioma Amazônia, nas variáveis macroeconômicas brasileiras. Desvios da política em relação ao cenário de referência, em variação percentual (%) acumulada entre 2018 e 2030.....73
- Figura 4** - Impacto da recuperação da VN para RL, no bioma Cerrado, nas variáveis macroeconômicas brasileiras. Desvios da política em relação ao cenário de referência, em variação percentual (%) acumulada entre 2018 e 2030.....73

Figura 5 - Variação percentual do preço da terra, em relação ao cenário de referência, acumulada entre 2018-2038, nos estados que compõem a Região Amazônica.....	74
Figura 6 - Variação percentual do preço da terra, em relação ao cenário de referência, acumulada entre 2018-2038, nos estados que compõem o bioma Cerrado.....	75
Figura 7 – Variação percentual da relocação do uso da terra na Região Amazônica, em relação ao cenário de referência, após o choque da política, acumulado entre 2018 e 2038.....	76
Figura 8 – Variação percentual da relocação do uso da terra no bioma Cerrado, em relação ao cenário de referência, após o choque da política, acumulado entre 2018 e 2038.....	78
Figura 9 – Variação percentual da migração da força de trabalho em relação ao cenário de referência, entre os estados, acumulada de 2018 a 2038.....	79
Figura 10 - Variação percentual da migração da força de trabalho, em relação ao cenário de referência, entre os estados, acumulada de 2018 a 2038.....	80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Emissões de GEE por país em 2012.....	28
Tabela 2 - Metas e potencial de mitigação por fonte de redução de emissão de GEE.....	35
Tabela 3 - Estimativa dos impactos econômicos da recuperação de 15 Mha de pastagens e da expansão de 4 Mha de sistemas iLPF.....	35
Tabela 4 - Variação no balanço de emissões de GEE em tCO ₂ e. (toneladas em dióxido de carbono equivalente), no intervalo de 2010 a 2020, com a adoção da recuperação de pastagens e sistemas integrados por região e por sistema produtivo.....	37
Tabela 5 - Total de doações recebidas pelo Fundo Amazônia. Valores históricos.....	41
Tabela 6 - Autos de infração relacionados ao desmatamento na Amazônia no período de 01/08/2008 a 31/07/2013.....	43
Tabela 7 - Estoque florestal e contribuição na redução do desmatamento de cada estado da Amazônia Brasileira, referente a 2010.....	45
Tabela 8 - Taxa de desmatamento nos estados que compõem a Amazônia Legal no período de 2004 a 2017 (km ²).....	46

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Percentual mínimo, em relação à área total do imóvel rural, que deve ser mantido com cobertura de VN, a título de Reserva Legal.....	59
Tabela 2 - Principais alterações feitas pelo novo Código Florestal, em que foram estabelecidos novos critérios na obrigação de reparar a VN degradada.....	60
Tabela 3 - Análise da RL em relação ao tamanho de imóvel e bioma. Valores expressos em milhões de hectares (Mha).....	69
Tabela 4 - Cronograma de recuperação da VN de Reserva Legal nos biomas Amazônia e Cerrado. De acordo com o permitido no artigo 66, § 2º, do CF.....	70

Tabela 5 - Variação percentual na produção agropecuária (toneladas/litros), em relação ao cenário de referência, após o choque político, nos estados que abrigam o bioma Amazônia, acumulada entre 2018-2038.....	76
Tabela 6 - Variação percentual na produção agropecuária (toneladas/litros), em relação ao cenário de referência, após o choque político, nos estados que abrigam o bioma Cerrado, acumulada entre 2018-2038.....	77
Tabela 7 - Variação das Emissões de COe, em toneladas e por bioma, após o choque da política sobre o cenário de referência construído para a Região Amazônica, acumulada entre 2018 e 2038.....	80
Tabela 8 - Variação das Emissões de COe, em toneladas e por bioma, após o choque da política sobre o cenário de referência construído para o Bioma Cerrado, acumulada entre 2018 e 2038.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais entraves à plena efetividade do Plano ABC.....	32
Quadro 2 - Estratégias de atuação do REDD.....	38

LISTA DAS ABREVIATURAS

APP - Áreas de Preservação Permanente

ASBRAER - Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural

ATER - Assistência Técnica e Extensão Rural

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAR - Cadastro Ambiental Rural

CCIR - Certificado de Cadastro de Imóvel Rural

CES - *Constant Elasticity of Substitution* (Elasticidade Constante de Substituição)

CET - *Constant Elasticity of Transformation* (Elasticidade Constante de Transformação)

CF - Código Florestal

CGE - *Computable General Equilibrium* (Equilíbrio Geral Computável)

CO₂ - Dióxido de Carbono

COP - Conferência das Partes

CRA - Cotas de Reserva Ambiental

FGV - Fundação Getúlio Vargas

GEE - Gases de Efeito Estufa

GtCO₂e. - Gigatoneladas de dióxido de carbono equivalentes

iLPF - integração Lavoura-Pecuária-Floresta

iNDC - *Intended Nationally Determined Contributions* (Contribuições Nacionalmente Determinadas)

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Painel Intergovernamental para Mudanças do Clima

LULUCF - *Land Use, Land-Use Change and Forestry* (Uso da terra, mudança de uso da terra e florestas)

MATOPIBA - Porções de cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

MCR 64 - Caderneta de Poupança Rural

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

Mha - Milhões de hectares

MtCO₂e. – Milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalentes

ONG - Organização não Governamental

ONU - Organização das Nações Unidas

PAP - Plano Agrícola e Pecuário

PCA - Programa de Conformidade Ambiental

PIB - Produto Interno Bruto

Plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

PRA - Programa de Regularização Ambiental

PRADA - Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas

REDD - *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation* (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal)

RL - Reserva Legal

SDL - Sistema de Despesas Lineares

TERM-BR - *The Enormous Regional Model for BRazilian economy* (Modelo Regional Amplo para a Economia Brasileira)

UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)

VN - Vegetação Nativa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
Referências Bibliográficas	19
DESMATAMENTO E POLÍTICAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: O PAPEL DO INCENTIVO A UMA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO	22
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	22
1.1 Introdução.....	23
1.2 Revisão de Literatura.....	25
1.3 Procedimentos Metodológicos	26
1.4. A Evolução da Temática Climática e o Brasil.....	27
1.5 O Plano ABC	29
1.6 O Mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)	31
1.7 Análises das Políticas	34
1.7.1 Plano ABC	34
1.7.2 O REDD.....	40
1.8 Considerações Finais	47
1.9 Referências Bibliográficas.....	48
ANÁLISE DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA RECUPERAÇÃO DE RESERVA LEGAL FLORESTAL NOS BIOMAS AMAZÔNIA E CERRADO	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	55
2.1 Introdução.....	56
2.2 O Código Florestal	57
2.3 Procedimentos Metodológicos	62
2.3.1 A Estrutura do TERM-BR	63
2.3.2 A Estrutura de Produção do TERM-BR	65

2.3.3 A Estrutura de Demanda no TERM-BR	67
2.3.4 A Política	68
2.3.5 O Fechamento do Modelo.....	71
2.4 Resultados e Discussão.....	72
2.5 Considerações Finais	82
2.6 Referências Bibliográficas.....	83

INTRODUÇÃO GERAL

Este trabalho analisa os impactos econômicos e ambientais das principais políticas brasileiras para as mudanças do uso da terra e florestas, tendo em vista a redução das emissões domésticas de gases de Efeito Estufa (GEE) e sua influência na atividade agropecuária. Avalia-se, também, o êxito de tais políticas em reduzir emissões e estimular o uso racional da terra, consoante os compromissos assumidos pelo Brasil nas Conferências das Partes (COP) sobre mudanças climáticas e as exigências do mercado por sistemas produtivos agropecuários de baixo carbono.

O relatório do Painel Intergovernamental para Mudanças do Clima (IPCC), instituição ligada à ONU, publicado em 2014, adverte que, mantido o crescimento das taxas de emissões de GEE, pode-se ter, ainda no século XXI, dentre outros efeitos, o aumento na temperatura terrestre em até 4,8 graus Celsius e a elevação no nível dos mares em até 82 centímetros, o que provavelmente causará danos em todo o planeta (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014).

Alia-se a isto o fato de que o sistema ecológico está relacionado ao econômico, pois, como destacaram Turolla e Hercowitz (2007), a natureza é a provedora primária dos materiais e energia transformados pela economia e, com capacidade limitada, dissipa os resíduos gerados nesse processo. Logo, as mudanças climáticas, além de promoverem danos ambientais que podem alterar toda a dinâmica da vida no planeta, podem acarretar consequências econômicas e sociais indesejadas.

O Brasil vem se destacando, no contexto internacional, pela participação ativa na consecução de acordos ou protocolos para a mitigação e adaptação às mudanças do clima. É digno de nota que, em 2009, na COP-15 de Copenhague, o País adiantou-se aos demais países em desenvolvimento ao apresentar seu compromisso voluntário para reduzir, até 2020, as emissões domésticas de GEE em percentual entre 36,1% e 38,9%, principalmente através do controle do desmatamento e da degradação florestal (LIMA, 2015).

O cumprimento desses compromissos internacionais pelo Brasil depende da intervenção do governo e da participação da sociedade civil, pois, como destaca Tirole (2008), a transição para uma economia de baixo carbono deve ser realizada com a combinação (ou *mix*) de diversas políticas climáticas, a fim de se atenuarem os custos desse processo. Portanto, para limitar as mudanças do clima e promover a sustentabilidade, é necessária a implantação de

políticas que estimulem reduções substanciais e progressivas de emissões de GEE (ROSEN; GUENTHER, 2016).

As políticas são instrumentos importantes para a realização dos compromissos conservacionistas globais, principalmente os propostos na COP-15 e ratificados na COP-21. Além disso, elas podem ajudar o Brasil a se adequar às novas exigências dos mercados por produtos com origem e qualidade ambientais. A iniciativa privada passou a estabelecer e exigir padrões internacionais de certificação socioambiental, além de instituir boicote a produtos agrícolas cultivados em áreas recentemente desmatadas ou de alta biodiversidade, conformidades que podem garantir mercados especiais e incentivos financeiros aos produtores participantes (SOARES-FILHO et al., 2014).

O desafio está em como formular e aplicar políticas públicas internas que permitam uma transição sem sobressaltos do atual sistema produtivo para uma economia de baixo carbono, principalmente no que diz respeito à mudança para o uso racional dos recursos naturais.

O uso da terra e a degradação florestal figuram historicamente como importantes fontes domésticas de emissões de GEE (LA ROVERE, 2017). A atividade e a expansão agropecuária exercem pressão direta e indireta sobre esses dois setores. Assim, o Brasil estabeleceu um Plano Setorial específico visando à consolidação de uma agricultura de baixa emissão de carbono, o Plano ABC (BRASIL, 2010). Além de políticas para promoção de uma agropecuária sustentável, também estão sendo implementadas políticas para controle do desmatamento e da degradação florestal (REDD, sigla em inglês), principalmente na Região Amazônica (LA RAVORE et al., 2014).

O novo Código Florestal (CF) é também um importante instrumento para a racionalização do uso da terra, ao restringir a alteração total da cobertura do solo nos estabelecimentos rurais (BRANCALION et al., 2016; CAMPOS, 2015; SOARES-FILHO et al., 2014; SPAROVEK et al., 2011) através do estabelecimento de percentuais mínimos de proteção ambiental das áreas de proteção das águas e do solo (SOARES-FILHO et al., 2014; SPAROVEK, 2012). Reformulado em 2012, o CF é o mais recente instrumento da política ambiental nacional e está em processo de implementação (BRANCALION et al., 2016).

Assim, por incidir direta e indiretamente sobre agronegócio, responsável em 2016 por 23% do PIB brasileiro (CONAB, 2016), é importante analisar o quanto de recursos, públicos e privados, já foram alocados para o desenvolvimento dos instrumentos políticos

constantes no Plano ABC e no REDD, bem como quais são as possíveis contribuições dessas políticas para a redução das emissões de GEE.

O cumprimento do CF acarretará custos tanto na restauração das áreas degradadas quanto na indisponibilidade do insumo terra (LIMA, 2015; SOARES-FILHO et al., 2014). Daí, também, o interesse em se estimar e avaliar os impactos que poderão advir da observância de uma de suas principais exigências, a Reserva Legal Florestal, em dois biomas de grande abrangência territorial, a Amazônia e o Cerrado. Esses dois biomas, além da importância ambiental, possuem relevância econômica, pois abrigam a nova fronteira agrícola brasileira.

Ademais, é relevante compreender como uma combinação (*mix*) de políticas públicas impacta diferentemente o território brasileiro, pois, a partir de seus resultados, pode-se planejar e aplicar melhor os recursos disponíveis, no intuito de melhorar o padrão de vida das pessoas e promover o desenvolvimento econômico e social em cada parte do país.

Para identificar e analisar as principais políticas climáticas nacionais, foi realizada uma revisão da literatura. Foram utilizadas, também, informações disponíveis nos sítios eletrônicos dos órgãos governamentais e de instituições civis, que auxiliaram na análise dos impactos econômicos e ambientais dessas políticas, bem como nas suas contribuições para o controle e reduções das emissões domésticas de GEE (ARIMA et al., 2014; AZEVEDO, 2016; GIL, 2002; PAIXÃO; BACHA, 2015).

Já os impactos econômicos e ambientais da observância da RL florestal, nos imóveis rurais localizados nos biomas Amazônia e Cerrado, foram analisados a partir de um modelo de simulação econômica, adaptado da economia australiana (HORRIDGE, 2011).

Este trabalho está subdividido em dois capítulos. O primeiro analisa o Plano ABC e o REDD, duas políticas brasileiras de combate às mudanças climáticas, subdividindo-se em seções destinadas à revisão de literatura, metodologia, discussão e considerações finais. Dando continuidade ao estudo proposto, o segundo artigo trata do CF, do modelo e das simulações econômicas, com uma seção reservada para a revisão da literatura, outra para metodologia e mais duas para análise dos resultados e as considerações finais.

Referências Bibliográficas

ARIMA, E.; BARRETO, P.; ARAÚJO, E.; SOARES-FILHO, B. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, v. 41, p. 465-473, jun. 2014.

AZEVEDO, T. Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris. **Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e Observatório do Clima**, set. 2016. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>>. Acessado em: 10 jun. 2017.

BRANCALION, P. H. S.; PINTO, S. R.; PUGLIESE, L.; PADOVEZI, A.; RODRIGUES, R. R.; CALMON, M.; CARRASCOSA, H.; CASTRO, P.; MESQUITA, B. Governance innovations from a multi-stakeholder coalition to implement large-scale Forest Restoration in Brazil. **World Development Perspectives**, v. 3, p. 15-17, set. 2016.

BRASIL. **Lei n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis ns. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1993, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis ns. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Palácio do Planalto. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acessado em: 10 mar. 2017.

CAMPOS, S. A. C. **Custo de oportunidade da Reserva Legal do Código Florestal entre 1995/1996 e 2006 e seus determinantes**. 2015. 162 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **PIB e performance do agronegócio: balanço 2016, perspectivas 2017**. Brasília, nov. 2016. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02_pib.pdf>. Acessado em: 20 mar. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HORRIDGE, M. **The TERM model and its data base**. Centre of Policy Studies, Monash University, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/g-219.pdf>>. Acessado em: 10 ago. 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change 2014: synthesis report**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acessado em: 10 ago. 2016.

LIMA; R. C. A. COP-21 o novo acordo de clima e a agricultura brasileira. **Agronalysis: a revista de agronegócio da FGV**. vol. mar., p. 29-31, mar. 2015.

PAIXÃO, M. A. S.; BACHA, C. J. C. A agropecuária brasileira e a sua inserção na economia verde: uma análise do plano e do programa ABC. **Pesquisa & Debate**, v. 26, n. 1 (47), p. 75-98, jan./mar. 2015.

RESENDE, G. M. **Avaliação de políticas públicas no Brasil: uma análise de seus impactos regionais**. Rio de Janeiro: IPEA, 2014. 1 v.

- ROSEN, A. R.; GUENTHER, E. The energy policy relevance of the 2014 IPCC Working Group III report on the macro-economics of mitigating climate change. **Energy Policy**, v. 93, p. 330-334, jun. 2016.
- SECAF, B. S. COP-21: o acordo de Paris. **Agronalysis: a revista de agronegócio da FGV**, v. 36, n. 01, jan. 2016.
- SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código florestal brasileiro. **Novos Estudos** - CEBRAP, São Paulo, n. 89, mar. 2011.
- SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Visão Agrícola**, ESALQ, n. 10, p. 25-28, jan./abr. 2012.
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, issue 6182, p. 363-364, abr. 2014.
- TIROLE, J. Some economics of global warming. **Di Politica Economica**, v. 98, issue 6, p. 9-42, nov./dez. 2008.
- TUROLLA, F. A.; HERCOWITZ, M. Economia e ecologia. **GV Executivo**, v. 6, n. 3, p. 23-27, mai./jun. 2007.
- VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brazilian climate politics 2005–2012: ambivalence and paradox. **Wires Climate Change**, v. 5, p. 677-688, out. 2014.

DESMATAMENTO E POLÍTICAS CLIMÁTICAS NO BRASIL: O PAPEL DO INCENTIVO A UMA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO

RESUMO

O Brasil assumiu, na Conferência das Partes realizada em Paris em 2015 (COP-21), o compromisso de reduzir as emissões domésticas de gases de Efeito Estufa (GEE) em 37% até 2025 e em 43% até 2030. O País pretende ainda, controlar o desmatamento na Amazônia e recuperar 12 milhões de hectares de florestas. Os mercados também passaram a exigir a conformidade ambiental na produção agropecuária. Assim, para cumprir os compromissos apresentados na COP-21 e evitar sanções comerciais, o Brasil precisa reduzir suas emissões de GEE. Dessa forma, este trabalho analisa os principais impactos econômicos e ambientais de duas importantes políticas climáticas que tratam do uso racional da terra e do desmatamento florestal no território brasileiro: i) o Plano ABC da Agricultura; e ii) o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD). Foram disponibilizados, respectivamente, R\$ 25,67 bilhões e US\$ 1,13 bilhões para esses programas. Enquanto os recursos disponibilizados para o Plano ABC excedem a demanda, faltam recursos para o REDD. Apesar de entraves burocráticos e culturais, que dificultam a otimização e a alocação eficiente desses recursos, ao longo de sua execução, essas políticas contribuem para o controle e diminuição das emissões de GEE. O REDD promoveu a redução das emissões históricas no setor florestal em cerca de 4,30 bilhões de tCO₂. O Plano ABC, através da melhoria nos sistemas produtivos agropecuários, estima, até 2020, uma redução nas emissões do setor em até 50,89 milhões de tCO₂e. As duas políticas, se saneadas e executadas em conjunto, podem ajudar o Brasil a implementar uma produção de baixo carbono e, conseqüentemente, reduzir as emissões domésticas de GEE.

Palavras-chaves: Análise; Políticas Climáticas; Plano ABC; REDD.

ABSTRACT

At the Conference of the Parties held in Paris in 2015 (COP-21), Brazil assumed the commitment to reduce domestic emissions of greenhouse gases (GHG) by 37% by 2025 and by 43% by 2030. The country also intends to , control deforestation in the Amazon and recover 12 million hectares of forests. Markets also demand environmental compliance in agricultural production. Thus, in order to meet the commitments made at COP-21 and avoid trade sanctions, Brazil needs to reduce its GHG emissions. In this way, this work analyzes the main economic and environmental impacts of two important climate policies that deal with the rational use of land and forest deforestation in Brazil: i) the ABC Plan of Agriculture; and ii) the mechanism for Reducing Emissions from Deforestation and Degradation (REDD). R \$ 25.67 billion and US \$ 1.13 billion were made available for these programs, respectively. While resources made available to the ABC Plan exceed demand, resources for REDD are lacking. Despite the bureaucratic and cultural obstacles that hinder the optimization and efficient allocation of these resources, during their execution, these policies contribute to the control and reduction of GHG emissions. REDD promoted the reduction of historic emissions in the forest sector by about 4.30 billion tCO₂. The ABC Plan, through the improvement of agricultural production systems, estimates, by 2020, a reduction in emissions of the sector by up to 50.89 million tCO₂e. The two policies, if sanitized and implemented together, can help Brazil implement low-carbon production and, consequently, reduce domestic GHG emissions.

Keywords: Analysis; Climate Policy; ABC plane; REDD.

1.1 Introdução

Este estudo analisou o processo de execução e os resultados do Plano ABC e do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), duas importantes políticas climáticas brasileiras com o foco na redução do desmatamento e na promoção da agricultura de baixo carbono. Ainda, avalia os efeitos dessas políticas em termos de emissões domésticas de gases de Efeito Estufa (GEE¹) e a sua influência na atividade agropecuária.

O controle das emissões de GEE é um dos principais desafios para governos, empresas, consumidores, ou seja, para a sociedade em geral, pois, conforme destaca o Painel Intergovernamental para Mudanças do Clima (IPCC, 2014) as emissões de GEE provocam alterações ambientais extremas, como o aquecimento global, que atingem indistintamente todos os habitantes do planeta. Caso sejam mantidos os níveis crescentes de emissões de GEE e de degradação dos recursos naturais, as alterações climáticas podem deteriorar o bem-estar das gerações atual e futuras (GIOSTRI; NASCIMENTO, 2016; GOLLIER; TIROLE, 2015).

A reversão desse quadro depende da atuação das nações no controle das emissões, bem como no seu comportamento energético, além da vontade política e dos recursos disponíveis para transição do modelo produtivo atual para uma economia de baixo carbono (VIOLA; FRANCHINI, 2014).

O comportamento dos consumidores também é importante nesse processo, pois, além do potencial para reduzir as suas próprias emissões, também pode promover mudanças no setor produtivo, ao valorizar ou boicotar produtos em razão da quantidade de emissões em sua cadeia de produção (CUPERSHMID; TAVARES, 2002).

O setor de mudança de uso da terra e florestas (LUCF, sigla em inglês) e a agricultura, em 2014, foram responsáveis pela maior parte das emissões nacionais de GEE (WORLD RESOURCES INSTITUTE - WRI, 2018). Assim, para reduzir suas emissões e se adequar ao mercado, o Brasil tem o desafio de promover uma agricultura de baixo carbono e combater a degradação florestal.

Nesse contexto, o país apresentou na Conferência das Partes de Paris (COP-21), em 2015, suas contribuições nacionalmente determinadas (iNDC, sigla em inglês) para o enfrentamento das questões climáticas. A iNDC, aprovada pelo Congresso Nacional brasileiro

¹ O aquecimento global é causado por gases de Efeito Estufa (GEE), tais como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), decorrentes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento. Esses gases impedem ou dificultam a dissipação do calor na atmosfera (WART, 2015).

em 2016, estabeleceu uma redução de 37% das emissões de GEE até 2025 e 43% até 2030, tendo por base, em os ambos os casos, os níveis emitidos em 2005. O Brasil pretende, ainda, controlar o desmatamento na Amazônia e recuperar 12 milhões de hectares de florestas, o que exige mudanças em vários sistemas produtivos nacionais (BRASIL, 2017).

O desafio está em editar e aplicar políticas públicas internas que permitam uma transição, sem prejuízos econômicos e sociais, do atual sistema produtivo para uma economia menos carbono-intensiva. Isso deve ser feito com metas de redução de emissões para diversos setores produtivos, em especial com ações para a racionalização do uso da terra para não comprometer o meio ambiente e a economia nacional.

Assim, as políticas em curso no Brasil são fundamentais para reduzir as emissões e enfrentar as mudanças climáticas (GOLLIER; TIROLE, 2015). Além disso, a inobservância desses acordos internacionais pode resultar na imposição de retaliações comerciais e econômicas, como o boicote a produtos sem certificação ambiental, ou até mesmo a exclusão definitiva de alguns setores produtivos do mercado internacional (TIROLE, 2008).

Desse modo, para assegurar o acesso a mercados cada vez mais exigentes, o Brasil tem o desafio de promover a mudança do atual sistema produtivo para outro de baixo conteúdo de carbono. Ademais, os países que adotarem esse novo padrão de desenvolvimento podem receber incentivos financeiros, via mercados de carbono e pagamentos por serviços ambientais (SOARES-FILHO et al., 2010a).

Acredita-se que os custos desse processo de adequação podem ser atenuados por meio da combinação de políticas climáticas (TIROLE, 2008). Contudo, ainda há espaço para avaliações dos custos e dos benefícios de políticas como o mecanismo de REDD e o Plano ABC da Agricultura, que atuam tanto no controle do desmatamento ilegal quanto no financiamento e na promoção da agropecuária de baixo carbono (ARIMA et al., 2014; PAIXÃO; BACHA, 2015).

Assim, a análise do montante dos repasses públicos e privados, disponibilizados para o desenvolvimento do Plano ABC e do REDD, pode contribuir para o entendimento e para as discussões sobre como esses recursos estão sendo alocados, sobretudo em um contexto econômico desfavorável. Além disso, o exame das contribuições do REDD e do Plano ABC na redução das emissões brasileiras de GEE e no fomento de uma produção de baixo carbono pode indicar sua efetividade como políticas climáticas de adequação ambiental.

Este artigo está subdividido em mais cinco seções além desta introdução. A primeira é destinada à revisão da literatura; a segunda, ao procedimento metodológico; a

terceira, dedicada à caracterização do Plano ABC e do REDD; a quarta, à avaliação das políticas; e a quinta seção, às considerações finais.

1.2 Revisão de Literatura

Apesar do surgimento nas últimas décadas de sólida informação científica sobre os impactos climáticos do aumento da concentração de GEE na atmosfera, poucas ações efetivas foram adotadas para evitar o aumento das emissões de GEE, que passaram de 30 gigatoneladas de carbono equivalente por ano (GtCO₂e./ano) em 1970 para 49 GtCO₂e./ano em 2010 (IPCC, 2014).

As consequências extremas dessas emissões e a extensão dos impactos das mudanças climáticas fizeram do seu controle um desafio global, em que o Brasil assume papel de destaque, por suas dimensões territoriais, populacionais e econômicas, além de seus recursos ambientais e naturais (VIOLA; FRANCHINI, 2014).

As principais fontes nacionais de GEE estão historicamente relacionadas às mudanças do uso da terra, à degradação florestal e à atividade agropecuária (ARIMA et al.; 2014; FEARNSADE, 2008; GIOSTRI; NASCIMENTO, 2016; LA ROVERE et al., 2014; OJEA et al., 2016). Essas emissões foram, em certa medida, influenciadas pela expansão da fronteira agrícola no Brasil, uma vez que tal atividade agropecuária tem o fator terra como seu principal insumo.

Analisando o lançamento de GEE por setores produtivos, Viola (2013) destaca que o setor agropecuário vem aumentando suas emissões. Essa situação pode ser potencializada pelo aumento na demanda mundial por alimentos. Para alimentar a população, que em 2050 poderá atingir o montante de 9,1 bilhões de pessoas, conforme destaca a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO, sigla em inglês) (2009), a produção de alimentos deve aumentar em 70%.

Sparovek et al. (2016), sobre o tema, advertem que a manutenção dos padrões atuais de produção, combinada ao crescimento adicional da atividade agrícola em razão do aumento na demanda por alimentos, pode resultar na conversão em grande escala de florestas e outras vegetações nativas em áreas agrícolas, estimulando, assim, as emissões desse setor.

Estudos publicados sobre o tema destacam o potencial da agricultura como fonte de emissões de GEE e sugerem a implementação de políticas para a promoção de estratégias para uma atividade agrícola de baixo carbono, indicando a necessidade do desenvolvimento de ações

que não apenas limitem as emissões de GEE, mas que também ofereçam outros benefícios ambientais e ecossistêmicos, como o maior sequestro de carbono e o pagamento de serviços ambientais (BELINKY; MANZONI, 2015; NORSE, 2012; OBSERVATÓRIO ABC, 2017; PAIXÃO; BACHA, 2015; REIS et al., 2017).

Lima (2012) enfatiza que, além da redução das emissões, a adequação ambiental pode facilitar o acesso ao crédito financeiro e marcar o fim da insegurança jurídica nesse setor. Como preconizam Rajão e Soares-Filho (2015), a boa gestão ambiental das terras privadas do Brasil será fundamental para o sucesso da contribuição brasileira aos esforços globais para mitigar as alterações climáticas, além de manter o mercado aberto aos produtos nacionais.

Assim, as políticas climáticas nacionais, pela sua importância, têm sido objeto de vários estudos. Contudo, poucos trabalhos se dedicaram à análise conjunta das contribuições econômicas e ambientais dos principais instrumentos do Plano ABC e do REDD para o Brasil, em especial a suas influências no setor produtivo agropecuário. Assim, as análises das particularidades e dos resultados dessas duas políticas climáticas nacionais e suas relações com o agronegócio são importantes para verificar sua efetividade na redução das emissões e na promoção da agropecuária de baixo carbono. O estudo da efetividade do Plano ABC e do REDD pode contribuir, ainda, para a compreensão e resolução das ineficiências na alocação dos recursos para o desenvolvimento das políticas, identificando seus entraves e sugerindo soluções para aumentar sua eficiência.

1.3 Procedimentos Metodológicos

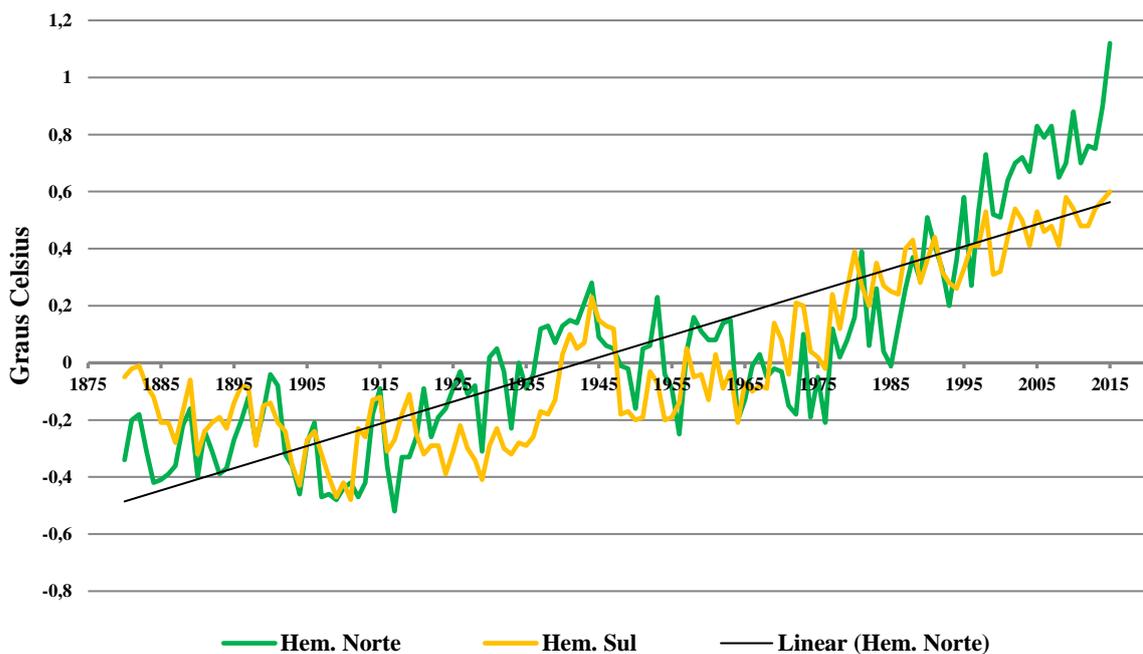
Com base na literatura especializada, foram definidos e caracterizados os principais instrumentos políticos, com vistas à redução das emissões de GEE e à promoção de uma agropecuária de baixo carbono, conforme as proposições do Plano ABC e dos mecanismos de REDD. Em seguida, a partir de informações disponibilizadas por órgãos estatais e organizações civis, buscou-se examinar se o aporte de investimentos, tanto públicos quanto privados, estão sendo suficientes para o desenvolvimento do Plano ABC e do REDD. Por fim, com base nesses dados, foi realizada uma análise sobre a efetividade dessas políticas, identificando se e o quanto já colaboraram para a redução de emissões e contribuíram para uma agropecuária de baixa emissão de GEE.

1.4. A Evolução da Temática Climática e o Brasil

A Conferência de Estocolmo, realizada na Suécia, em 1972, é considerada o marco inicial da preocupação mundial com o meio ambiente. Nessa reunião, sob um novo modelo de pensar o meio ambiente, as questões ambientais foram discutidas no âmbito mundial, o que abriu caminho para todos os encontros globais subsequentes (PESSINI; SGANZERLA, 2016). Apesar dos esforços iniciais, a temática ambiental ficou adormecida até o final dos anos 1980.

Em 1990, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alertou para o fato de que as emissões de GEE estariam elevando a temperatura da Terra (Figura 1) e, por consequência, aumentando a ocorrência de enchentes, secas, ondas de calor e elevação dos níveis dos oceanos (WART, 2015).

Figura 1 - Evolução histórica do aumento da temperatura terrestre, por hemisfério, medida anualmente e em graus Celsius (C°).



Fonte: adaptado de Schimidt et al. (2016).

Assim, em 1992, a ONU organizou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento na cidade do Rio de Janeiro. Apesar de não contar com a presença dos países mais poluidores à época, a conferência teve sua importância por marcar o primeiro encontro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês), dando início, assim, a uma sequência de Conferências das Partes

(COP) para se discutir, no âmbito mundial, a diminuição da emissão de poluentes capazes de aumentar a temperatura do planeta (ALVES, 2015).

Em 2015, em Paris, foi realizada a COP-21, uma das conferências climáticas mais importantes já organizadas pela UNFCCC, em decorrências dos resultados obtidos. Nesse encontro, países desenvolvidos, em desenvolvimento e pobres comprometeram-se a implementar ações para reduzir as emissões de GEE e a mitigar as mudanças climáticas (GUTIÉRREZ, 2015).

De acordo com o *World Resources Institute* (2017), China e Estados Unidos lideram as emissões mundiais de GEE (Tabela 1). Referenciados como potências industriais, esses dois países têm suas emissões concentradas no setor energético. Logo, qualquer política eficiente de redução de emissões deverá incidir diretamente na adequação dos sistemas produtivos daqueles países, principalmente no setor industrial, que utiliza, em grande medida, combustíveis fósseis, como carvão e petróleo.

Tabela 1 - Emissões de GEE por país em 2012.

País	Emissões de GEE por Setor (Mt CO ₂ e)				Totais
	Energia	Agricultura	Indústria	Outros	
1º - China	8.649,8	831,6	1.296,5	197,6	10.975,5
2º - EUA	5.460,6	353,9	257,5	163,1	6.235,1
3º - União Europeia	3.632,6	407	218,8	140,7	4.399,1
4º - Índia	2.126,5	658,8	169	59,5	3.013,8
5º - Rússia	2.086,5	92,9	70,5	72,3	2.322,2
6º - Japão	1.233,9	23,9	82,2	4,6	1.344,6
7º - Brasil	469,7	444,4	53,9	44,5	1.012,05
8º - Indonésia	519,3	163,2	14,3	64	760,8
9º - México	490,7	83,4	40,5	109,2	723,9
10º - Irã	618,7	41,2	33,1	21,9	715

Fonte: *World Resources Institute* (WRI, 2017).

Assim, como maiores emissores mundiais de GEE, a participação dos Estados Unidos e da China nos acordos internacionais é de suma importância ambiental. Contudo, a mudança política ocorrida em 2017 nos Estados Unidos, sob o governo Trump, alterou os rumos das negociações climáticas. O novo governo, alegando motivos de ordem econômica, retrocedeu nos compromissos, o que culminou com a retirada do país das negociações. A China, maior emissora mundial de GEE (Tabela 1), com a saída dos Estados Unidos, também pode se retirar do tratado, colocando em risco a execução das ações globais para a redução de emissões (YONG-XIANGA et al., 2017).

Assim, apesar do avanço observado nas negociações internacionais para se combater as mudanças climáticas, os interesses e a diversidade cultural e econômica das nações nelas envolvidas exercem importante influência e podem impedir seus avanços e até mesmo motivar significativos retrocessos (SECAF, 2016).

Apesar de ser o sétimo país em quantidade de emissões globais de GEE (Tabela 1), o Brasil se sobressai positivamente por ser um país-chave no mundo em termos de recursos naturais e ambientais (VIOLA, 2013). Nos fóruns internacionais, destaca-se pela participação ativa na consecução de acordos ou protocolos para a mitigação e adaptação às mudanças do clima (LIMA, 2015).

O Brasil, ao contrário dos Estados Unidos e da China, em 2009, antes da COP-21, já havia editado a lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) para internalizar e implementar os acordos que assumiu no cenário mundial. A PNMC regulou as ações de mitigação e adaptação do País, ditando princípios, diretrizes e instrumentos para a execução no território nacional das metas assumidas internacionalmente (MOTTA, 2011).

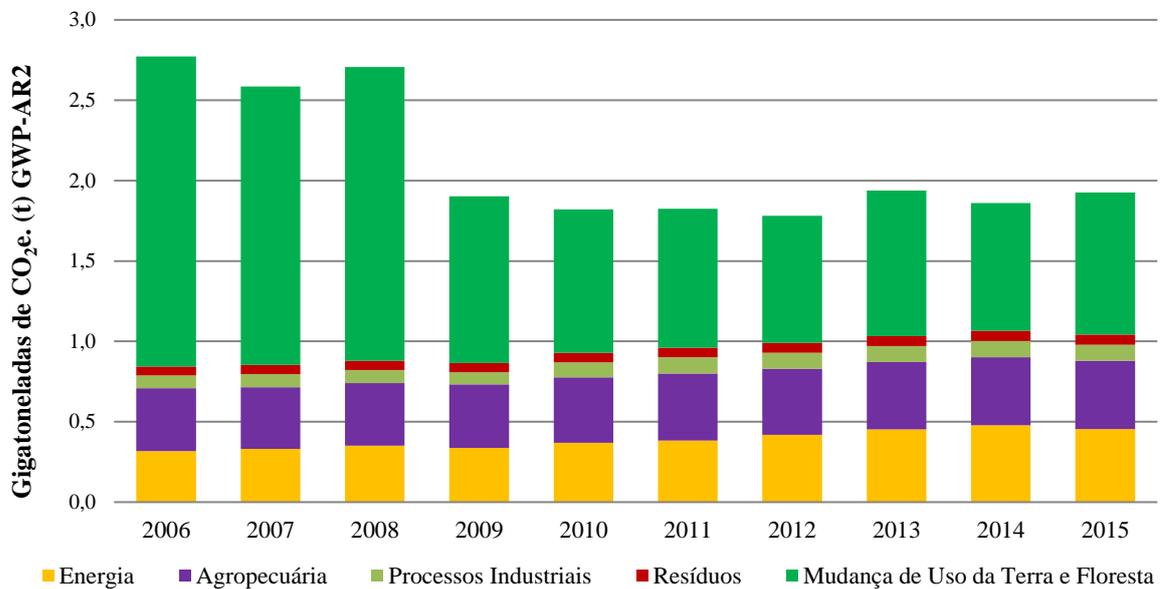
Apesar da participação e liderança no cenário ambiental mundial, para continuar apto ao recebimento de incentivos financeiros internacionais e atender às exigências crescentes do mercado, o Brasil precisa continuar cumprindo os acordos que firmou e, efetivamente, reduzir suas emissões de GEE. Para isso, o governo tem se engajado na formulação e aplicação de políticas públicas climáticas.

1.5 O Plano ABC

As ações previstas na PNMC estão sendo desenvolvidas através de planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A PNMC, reconhecendo a importância do setor do agronegócio, estabeleceu um plano setorial específico visando à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agropecuária em âmbito nacional, o denominado Plano ABC (BRASIL, 2010).

As emissões agregadas do setor de mudança do uso da terra e florestas e do setor agropecuário, em 2015, foram de aproximadamente 884,120 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO_{2e}.), o que representa quase dois terços das emissões brasileiras, conforme mostra a Figura 2 (SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG, 2017).

Figura 2 – Emissões equivalentes de CO₂e. (t) GWP-AR2 por setor no Brasil, no período de 2006 a 2015.



Fonte: adaptado de SEEG (2017).

Se, de um lado, os dados da Figura 2 demonstram que o perfil de emissões e as metas brasileiras de redução estão relacionados com a expansão da agropecuária e com o manejo inadequado das florestas nacionais, de outro, o país tem perspectiva de crescimento e fortalecimento do setor agropecuário, o que poderá promover uma pressão e intensificação do uso de insumos e de recursos naturais (PAIXÃO; BACHA, 2015).

Dessa forma, o desenvolvimento de uma agropecuária de baixa emissão de carbono pode ser justificado, tanto pela necessidade de reduzir a contribuição que o setor tem nas emissões totais de GEE do País, quanto pela percepção de que as mudanças climáticas possam impor limitações ao setor, trazendo desafios ao seu crescimento (GURGEL; LAURENZANA, 2016). Ademais, o Brasil precisa adaptar seu setor agropecuário às novas exigências dos mercados, que estão valorizando ou boicotando produtos em razão da quantidade de emissões em sua cadeia de produção (CUPERSHMID; TAVARES, 2002).

O principal objetivo do Plano ABC é, portanto, organizar o planejamento das ações a serem realizadas para adoção de tecnologias produtivas de baixa emissão, selecionadas para responder aos compromissos assumidos pelo País para redução de emissão no setor agropecuário (BRASIL, 2012).

O período de execução do Plano ABC é de dez anos, de 2010 a 2020, ou seja, a política está em plena execução (BRASIL, 2012). Se o Brasil conseguir aplicar adequadamente a política em todo território nacional, promovendo as mudanças propostas para o sistema produtivo agropecuário, estima-se uma redução das emissões nesse setor de até 162,9 milhões de CO₂e. (BRASIL, 2010). O Plano ABC, pela abrangência e potencial de mitigação, é uma das principais políticas climáticas nacionais.

Outra política para redução de emissões que está sendo executada no Brasil é o REDD. O mecanismo de REDD também se relaciona com o agronegócio e, se bem empregado, pode contribuir para que o País reduza suas emissões, principalmente as originárias do desmatamento e da degradação florestal (LA ROVERE, 2017).

1.6 O Mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)

Além da promoção de uma agropecuária de baixo carbono, através dos esforços do Plano ABC, é necessária também a redução de emissões pela implementação de políticas para o controle do desmatamento e da degradação florestal, principalmente na Região Amazônica, que tem sua economia baseada na exploração, muitas vezes desordenada, dos recursos naturais, o que tem implicado na degradação desse grande ativo natural (LA RAVORE et al., 2014; FEARNSSIDE, 2008).

A Amazônia brasileira, segunda maior cobertura florestal do mundo, é responsável pela reserva de pelo menos 100 bilhões de toneladas de carbono, equivalente a mais de 10 vezes a quantidade emitida por ano em todo o globo (SOARES-FILHO et al., 2010a). Além do armazenamento de carbono, a Floresta Amazônica produz outros importantes serviços ambientais, como a regulação do sistema climático mundial, dos fluxos de energia e de água, e outros (FEARNSSIDE, 2008; SOARES-FILHO et al., 2010a).

Assim, tendo em vista a importância do setor florestal no aquecimento global, a UNFCCC propôs, durante a COP-11 – realizada no ano de 2005, em Montreal –, uma iniciativa para reduzir as emissões do desmatamento florestal (RED², sigla em inglês) em âmbito mundial (ARIMA et al., 2014).

² Entre 2005 e 2009, as negociações progrediram e, na COP-13, em Bali, a estratégia de combate à degradação florestal também foi incluída no mecanismo, acrescentando mais uma letra “D” no acrônimo, que se tornou REDD,

O REDD foi concebido como um mecanismo de incentivo global baseado no desempenho dos países em desenvolvimento para reduzir as emissões decorrentes do uso da floresta (DUNLOP; CORBERA, 2016). Visa também à promoção da conservação e à gestão sustentável das florestas, bem como à preservação intacta dos estoques de carbono nelas fixados (SALLES; SALINAS; PAULINO, 2017). Portanto, resulta de um esforço mundial de criação de valor financeiro para o carbono armazenado nas florestas.

No que se refere à execução do mecanismo de REDD para o combate do desmatamento e da degradação florestal, Fearnside (2008) agrupa suas estratégias de atuação em categorias, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Estratégias de atuação do REDD.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Repressão e Controle	O foco principal da ação governamental é a repressão do desmatamento por meio de inspeção e multas ou do controle com o licenciamento ambiental.
Áreas Protegidas	A criação de áreas protegidas, especialmente a demarcação das áreas indígenas, é uma parte essencial das estratégias para conter o desmatamento e a consequente liberação de carbono.
Decisões de Infraestruturas	As decisões de infraestrutura têm uma grande influência sobre o futuro do desmatamento, não apenas sobre a obra pretendida (rodovia, ponte, barragem, etc.), mas também sobre a migração de população e capital para novas áreas.
Políticas de Desenvolvimento	Consiste na formulação e implementação de políticas governamentais que inibam o desmatamento e proporcionem efetivamente um desenvolvimento sustentável.
Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA)	Pagamentos diretos por serviços ambientais podem ser mais eficazes na execução de objetivos ambientais do que os programas indiretos para promover o desenvolvimento sustentável. Destinam-se a compensar os serviços ambientais.

Fonte: adaptado de Fearnside (2008).

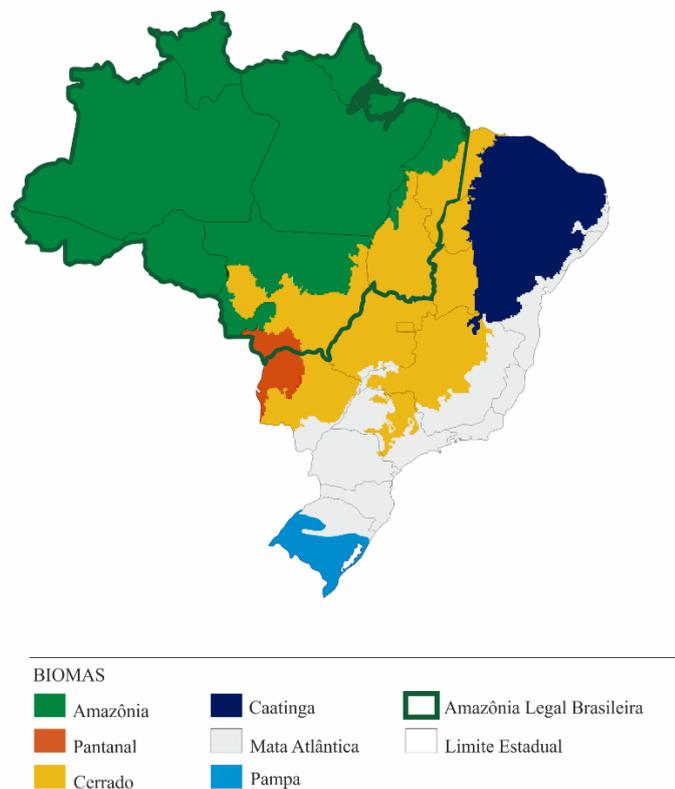
Boa parte dessas estratégias tem sua aplicação incentivada, pois a ideia básica do REDD é recompensar os países em desenvolvimento que não desmatem ou degradarem suas florestas (KERR, 2013). Desse modo, países que apresentarem reduções de emissões de GEE e aumento de estoques de carbono ficam elegíveis para receber os benefícios por resultados de diversas fontes internacionais (BRASIL, 2016b).

abrindo, assim, caminho para as negociações subsequentes que resultaram na ampliação do escopo do REDD (REDD+ e REDD++) (CERBU; SWALLOW; THOMPSON, 2010).

O programa REDD é, portanto, um fundo fiduciário de múltiplos doadores que reúne recursos para fornecer financiamento com o objetivo de reduzir as emissões globais advindas do desmatamento e da degradação florestal (OJEA et al., 2016).

No Brasil, o primeiro bioma contemplado com uma estratégia de REDD foi o amazônico. Esse bioma se estende por aproximadamente 4,2 milhões de km² e ocupa 49,29% do território nacional, conforme mostra a Figura 3 (IBGE, 2004). Dessa forma, o controle do desmatamento e da degradação florestal na Amazônia pode contribuir para a redução das emissões domésticas de GEE (CERBU; SWALLOW; THOMPSON, 2010).

Figura 3 - Distribuição dos biomas brasileiros no território nacional.



Fonte: elaborado pelo autor com base em Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004).

Assim, o mecanismo de REDD tem por objetivo reforçar a proteção das florestas, o que explica suas ações no Brasil estarem concentradas na Região Amazônica, que detém as maiores reservas florestais. Mantido principalmente por recursos de doações internacionais, trata-se, em essência, de uma política de pagamento de serviços ambientais pela manutenção ou uso sustentável da floresta nativa.

Ao longo do tempo, os efeitos das mudanças climáticas provocadas pelas emissões de GGE decorrentes da intervenção humana se acentuaram. O REDD foi pensado e construído, nas diversas reuniões internacionais promovidas pela UNFCCC, como política de enfrentamento e controle dos lançamentos de GEE resultantes da degradação e do desmatamento florestais.

No cenário nacional, o Plano ABC atua como um complemento aos objetivos estabelecidos no REDD, pois tem como foco principal o controle direto das emissões do setor agropecuário, que, com suas atividades, exerce influência sobre as formas de uso da terra e pressão sobre as reservas florestais existentes. Seus instrumentos estão voltados para o estabelecimento de um novo sistema produtivo de baixo carbono no agronegócio brasileiro.

O Plano ABC, além da promoção da agricultura sustentável, também auxilia o REDD no controle e na redução dos desmatamentos florestais, especificamente nos biomas que não estão no escopo de atuação do REDD, como a Mata Atlântica, o Pampa, o Pantanal e a Caatinga. Desse modo, a atuação conjunta dessas duas políticas pode auxiliar o Brasil na mudança do atual sistema produtivo para um de baixo carbono, principalmente no setor agropecuário.

Contudo, a efetividade de políticas depende de investimentos. Já os investimentos, públicos ou privados, exigem resultados. É importante, desse modo, analisar o quanto de recursos já foi alocado no desenvolvimento do Plano ABC e do REDD, bem como quais foram as suas contribuições, ainda que de forma estimada, para a conformidade ambiental da produção agropecuária brasileira e para a redução de emissões domésticas de GEE.

1.7 Análises das Políticas

1.7.1 Plano ABC

No Plano ABC, foi delimitado o potencial de mitigação de cada setor agropecuário. Foram estabelecidas, ainda, as ações e as metas de redução por setor, de acordo com o descrito na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Metas e potencial de mitigação por fonte de redução de emissão de GEE.

Processo ou tecnologia	Compromisso	Potencial de Mitigação (MtCO _{2e} .)
Recuperação de pastagens degradadas	15 milhões de ha	83 a 104
Integração lavoura-pecuária-floresta	4 milhões de ha	18 a 22
Sistema de plantio direto	8 milhões de ha	16 a 20
Fixação biológica de nitrogênio	5,5 milhões de ha	10
Florestas plantadas	3 milhões de ha	-
Tratamento de dejetos de animais	4,4 milhões de ha	6,9
TOTAL		133,9 a 162,9

Fonte: Brasil (2010).

Dentre as metas estabelecidas (Tabela 2), espera-se que a recuperação de pastagens e a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) sejam capazes de reduzir as emissões em, no mínimo, 101 milhões de tCO_{2e}., o que representaria o atingimento de mais de 50% da meta total de redução proposta durante todo o Plano ABC. Portanto, representam as principais ações a serem desenvolvidas pelo setor agropecuário.

A recuperação de pastagens e a iLPF, por abrangerem todo o território brasileiro, requerem grande aporte de recursos financeiros e tecnológicos para seu desenvolvimento. Estimativas do Observatório ABC (2017) indicam que essas duas ações exigem investimentos consideráveis, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa dos impactos econômicos da recuperação de 15 Mha de pastagens e da expansão de 4 Mha de sistemas iLPF.

IMPACTOS	ÁREAS PRIORITÁRIAS
Gastos com recuperação de pastagens	R\$ 31,2 bilhões
Gasto com sistemas integrados	R\$ 7,7 bilhões
Total dos gastos	R\$ 39,0 bilhões
Custo de recuperação por hectare (R\$/ha)	R\$ 2.086,00

Fonte: Adaptado de Observatório ABC (2017).

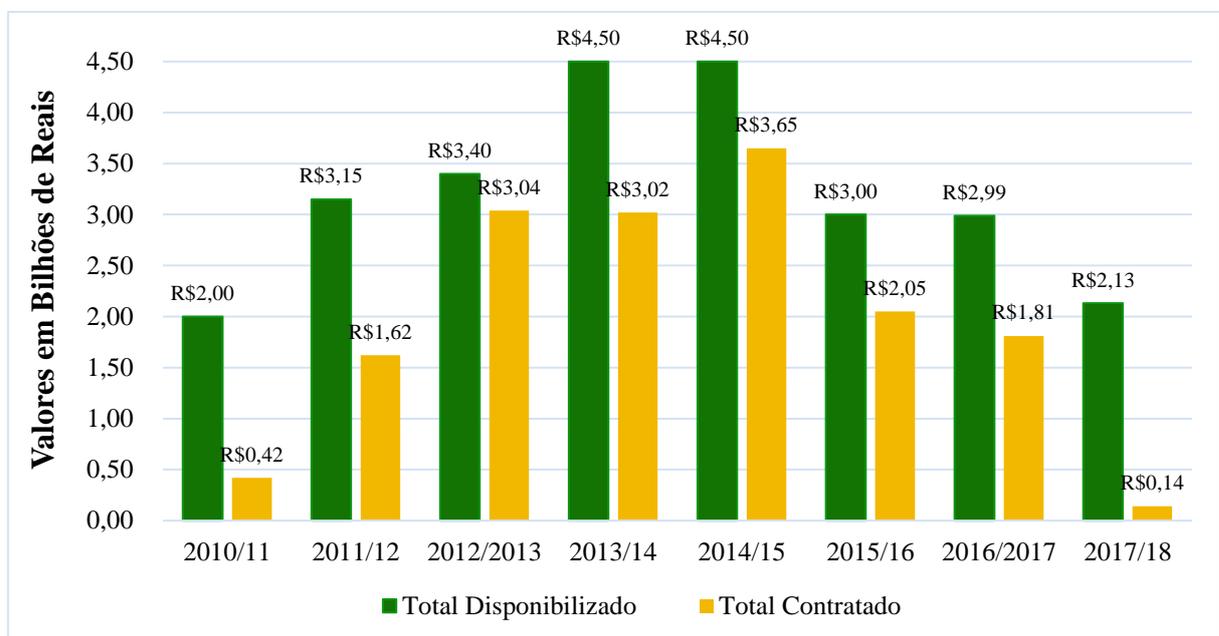
Assim, para fazer frente a essa demanda por recursos e tentar realizar os potenciais de mitigação constantes no Plano ABC (Tabela 2), foi instituído o Programa ABC, que é a principal linha de crédito ao produtor rural para o financiamento das metas e das tecnologias preconizadas na política.

O Programa ABC foi lançado no Plano Agrícola e Pecuário (PAP) do ano-safra 2010/11. O programa recebe recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Caderneta de Poupança Rural (MCR 64), do Banco do Brasil e dos Fundos

Constitucionais. As operações são realizadas através de instituições financeiras credenciadas (GURGEL; LAURENZANA, 2016).

Para a safra 2016/2017, houve um aporte de R\$ 2,99 bilhões em recursos para o desenvolvimento do programa; contudo, até abril de 2017, desse valor, apenas R\$ 415,71 milhões haviam sido contratados (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA, 2016). Ademais, houve na safra de 2016/2017 um decréscimo no valor ofertado, se comparado com a safra de 2015/2016, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Valores disponibilizados e contratados, em bilhões de reais, para o Programa ABC. Na Safra 2017/2018, contabilizaram-se apenas os valores contratados entre julho e agosto de 2017.



Fonte: Adaptado de Observatório ABC (2018) e Brasil (2018).

O grande incentivo para a tomada desse crédito por parte dos produtores agropecuários é a reduzida taxa de juros associada a um reembolso de longo prazo. Contudo, a partir da safra 2015/2016, devido aos esforços de ajustamento da economia brasileira, houve uma redução no valor disponibilizado e um aumento das taxas de juros anuais para 8,5%, o que resultou em uma queda na procura desta linha de crédito, conforme mostra a Figura 4 (CNA, 2017; Brasil, 2016a).

O Plano ABC possui alta relevância ambiental, pois, além das reduções pretendidas através das ações de recuperação de pastagens e iLPF, pode motivar positivamente os agricultores a adotar práticas sustentáveis, justificando, assim, a disponibilização total de R\$

25,67 bilhões para o Programa até 2018 (Figura 4). No entanto, apesar dos benefícios ambientais e sociais, apenas R\$ 13,8 bilhões de recursos foram contratados até o final do ano-safra 2015/2016 (Figura 4).

A redução na procura do crédito no Plano/Safra de 2016/2017 pode estar relacionada ao aumento nas taxas de juros (8,5% a.a.) e à crise financeira que se instalou no Brasil em 2015. Em tempos difíceis, por questões socioculturais, o produtor rural só contrata crédito para o custeio da produção. A baixa contratação e a redução na procura da linha de crédito do Programa ABC podem comprometer o desenvolvimento e os resultados esperados do Plano ABC.

Apesar de ter sido instituído em 2011, até o momento não foram divulgados estudos ou informativos governamentais detalhando o quanto seus instrumentos já auxiliaram na redução das emissões domésticas de GEE. Isso ocorre em razão da falta de ações de controle e monitoramento do Plano. Assim, têm-se apenas estimativas de quanto o Plano pode contribuir para a promoção da agropecuária de baixo carbono.

Segundo o Observatório ABC (2017), a execução do Plano até seu final, previsto para 2020, pode auxiliar na mitigação de emissões em vários segmentos do setor agropecuário. Por exemplo, nos moldes atuais, a recuperação de pastagens nos estados da Bahia, Maranhão e Piauí (Nordeste Cerrado) pode remover até 10,91 milhões de tCO₂e., conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Variação no balanço de emissões de GEE em tCO₂e. (toneladas em dióxido de carbono equivalente), no intervalo de 2010 a 2020, com a adoção da recuperação de pastagens e sistemas integrados por região e por sistema produtivo.

Região	Culturas	Pastagem Boa	Pastagem Degradada	iLP Milho-Pecuária	iLP Soja-Pecuária	iLPF Soja-Pecuária-Floresta
Centro-Oeste	-68.712	-6.730.385	-2.204.098	0	-2.828.566	-212.922
Nordeste Cerrado*	-62.250	-10.911.007	4.247.558	-221.971	-168.212	-28.189
Sudeste	362.942	2.502.395	-12.607.349	-221.555	-23.216	-18.205
Sul	589.033	4.566.997	-10.266.313	0	-3.993.469	-285.309
Norte	-23.182	-3.218.680	-3.030.346	-29.546	-2.195.936	-184.272
Nordeste	34.033	-5.625.919	3.027.959	0	0	0
Total	831.863	-19.416.599	-20.832.590	-738.987	-9.209.400	-728.897

Fonte: Adaptado de Observatório ABC (2017).

Nota*: O Nordeste Cerrado corresponde aos estados da Bahia, Maranhão e Piauí.

Conforme a Tabela 4, até 2020, estima-se que a recuperação de áreas de pastagens degradadas e a iLPF sejam capazes de reduzir as emissões em 50,89 milhões de tCO₂e., contribuindo, portanto, com um resultado positivo no balanço das emissões nacionais.

Já as culturas intensivas, como a da cana-de-açúcar, localizadas na região Sudeste e Sul, podem aumentar suas emissões ao final do Plano. As áreas de pastagens degradadas que forem recuperadas podem ser substituídas por culturas intensivas mais rentáveis, principalmente nessas duas regiões do país, onde as terras apresentam alto valor monetário, resultando em aumento de área e emissões de atividades relacionadas ao cultivo intensivo.

Apesar de seus potenciais produtivos e ambientais, o Plano ABC enfrenta dificuldades que têm limitado sua expansão e o possível atingimento das metas estabelecidas para 2020, conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 - Principais entraves à plena efetividade do Plano ABC.

Área	Dificuldade
Financeira	As linhas de crédito não estão sendo atualmente oferecidas em condições atrativas e de forma prática para o agricultor.
Divulgação e capacitação	Há falta de treinamento e disseminação das tecnologias entre os agricultores. É preciso demonstrar que, ao adotar as tecnologias do ABC, eles estarão não apenas conservando os recursos naturais, mas também aumentando sua produtividade e, potencialmente, sua renda.
Governança	É preciso melhorar a definição da responsabilidade, a articulação e a ação integrada entre os diversos órgãos estatais federais envolvidos no Plano ABC, assim como entre estes e os órgãos executores nos estados.
Monitoramento e controle	Falta transparência quanto à condução das atividades do Plano ABC, o que é essencial para seu controle e acompanhamento, tanto por parte dos agentes públicos, quanto pelas instituições e indivíduos interessados no sucesso do Plano. As informações a respeito dessas políticas ainda são escassas e estão dispersas.
Conhecimento	Falta apoio à pesquisa científica para mensuração da capacidade mitigadora das tecnologias hoje financiadas pelo Programa e de outras com potencial de contribuição para os objetivos do Plano ABC.

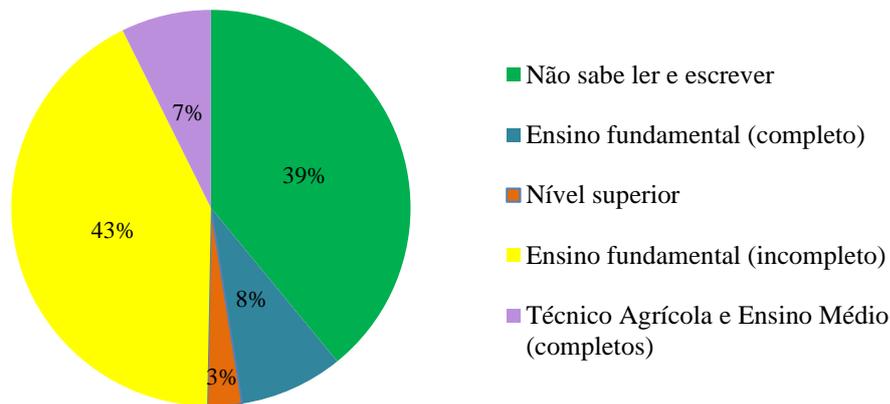
Fonte: Observatório ABC (2015).

A falta de capacitação e treinamento do agropecuarista pode estar dificultando a efetividade do Plano ABC, conforme mostra o Quadro 2. Por questões culturais, o produtor rural tende a não investir na recuperação de pastos e de adotar sistemas produtivos diferentes, como a iLPF, por não contemplar imediatamente o potencial impacto positivo na produtividade e no aumento de sua renda.

A resistência a novas tecnologias e a financiamentos também pode ser explicada pela baixa instrução dos produtores rurais, o que dificulta a absorção do conhecimento

apresentado pelos técnicos rurais e financeiros, comprometendo a inovação e o desenvolvimento de ações mais produtivas e sustentáveis. Apenas 3% dos produtores possuem curso superior, enquanto 39% não sabem ler ou escrever, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Percentual dos produtores rurais dos estabelecimentos, por nível de instrução.



Fonte: adaptado de IBGE (2006).

A mudança desse aspecto cultural pode ser promovida por uma extensão rural adequada. A aproximação entre produtor rural e centros de pesquisa pode ser benéfico para ambas as partes. O produtor, ao ser apresentado a práticas agrícolas melhores, pode superar a aversão ao risco, passando a investir em inovações tecnológicas para melhoria da produtividade e da qualidade ambiental de sua propriedade rural.

Segundo a Associação Brasileira das Entidades Estaduais de Assistência Técnica e Extensão Rural (ASBRAER, 2014), a Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) adequada pode quadruplicar a produção do empreendimento rural. Contudo, em 2014, o Brasil contava apenas com 16 mil técnicos rurais (extensionistas) vinculados continuamente com ATER pública, responsáveis pelo atendimento de 4,3 milhões de agricultores familiares. Desses, 2 milhões de produtores não receberam atendimento. Assim, para suprir essa demanda, seria necessária a contratação de mais 22.200 extensionistas.

O Plano ABC, a exemplo de outras políticas, como o Código Florestal (CF), requer uma grande disponibilidade de subsídios, financiamentos e assistência técnica. No entanto, em 2016, os investimentos no Programa ABC representavam menos de 2% do total investido no Plano/Safra 2016/2017 (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA BRASILEIRA, 2017). Os valores totais disponibilizados pelo Programa até 2018 (R\$ 25,67 bilhões) não custeariam sequer a recuperação das pastagens degradadas brasileiras, estimadas

em R\$ 31,2 bilhões (Tabela 3). É necessário, portanto, além da desburocratização na tomada do crédito, um maior aporte de recursos e incentivos financeiros para o desenvolvimento do Plano.

As ações do Plano ABC também podem ser desenvolvidas em coordenação com outras políticas ambientais, a fim de se ampliar o alcance de ambas. O excedente não contratado do Programa ABC, por exemplo, poderia financiar as ações de restauração florestal previstas no CF ou reembolsar os serviços ambientais prestados no REDD, promovendo, de forma estruturada, ações de melhoria da qualidade ambiental e de produção sustentável.

Ademais, o Plano ABC só será de fato efetivo se saneados também outros entraves importantes, tais como: a falta de regularizações fundiária e ambiental, a insuficiência na cadeia de insumos agropecuários, a inadequação da infraestrutura e a dificuldade de acesso ao crédito rural. A superação desses obstáculos exige grande comprometimento dos setores público e privado e da sociedade civil, atuando conjuntamente, principalmente no reordenamento do uso e da ocupação do solo, o que corrobora Belinky e Manzoni (2015).

O Plano ABC, por sua abrangência e público-alvo, é o principal instrumento político para a instituição no Brasil de uma agricultura de baixo carbono. Apesar de ter sua própria fonte de custeio (Programa ABC), em razão de entraves burocráticos e culturais, essa política ainda não conseguiu alcançar toda a sua potencialidade, o que poderia acelerar a mudança da atual matriz produtiva agrícola para uma de baixa emissão de carbono, mais competitiva e com maior aceitação pelos mercados cada vez mais exigentes. Além disso, é necessária a atuação conjunta e coordenada desse instrumento com outras políticas, como o CF e o REDD, que também podem ajudar o Brasil na redução de emissões e na produção de baixo carbono.

1.7.2 O REDD

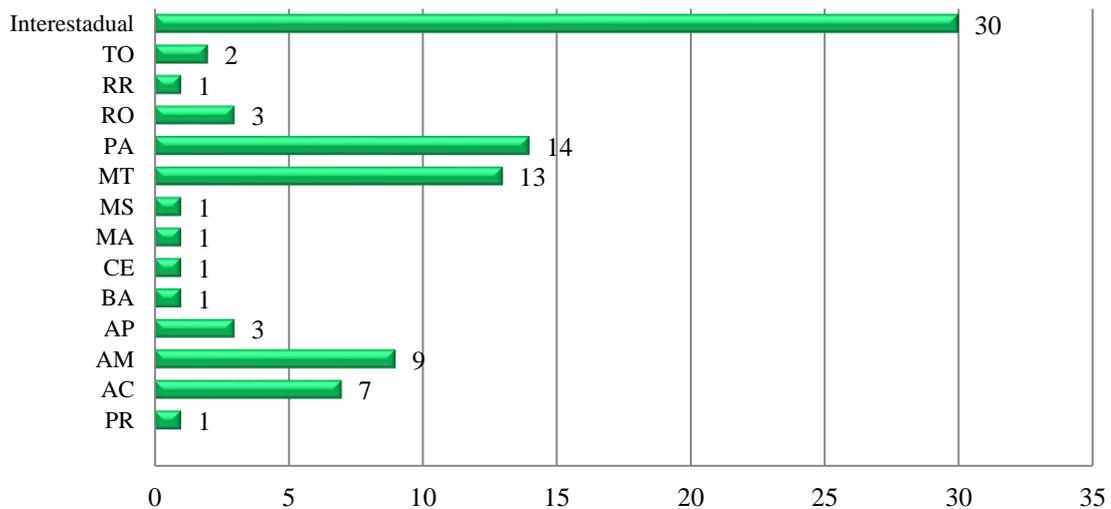
Para controlar a degradação e o desmatamento florestal, foi criado pelo governo brasileiro o Fundo Amazônia, que conta com a cooperação internacional, principalmente com financiamentos dos governos norueguês e alemão. Os repasses feitos ao Brasil por estas organizações, até 2017, totalizavam US\$ 1,13 bilhão, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Total de doações recebidas pelo Fundo Amazônia. Valores históricos.

Doador	Recursos em US\$ (Dólar)	Recursos em R\$ (Reais)
Alemanha	U\$ 28,32 milhões	R\$ 60,69 milhões
Noruega	U\$ 1,10 bilhões	R\$ 2,77 bilhões
Petrobras	U\$ 6,49 milhões	R\$ 14,70 milhões
Total	U\$ 1,13 bilhões	R\$ 2,85 bilhões

Fonte: Adaptado do Fundo Amazônia (2017a).

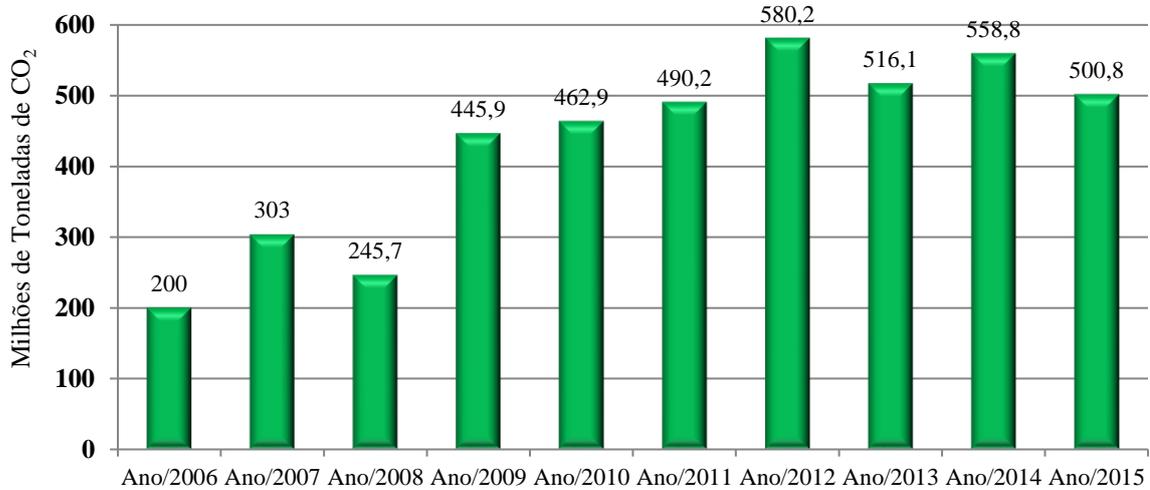
Apesar do montante das doações internacionais, as decisões relativas à alocação de fundos, por questões de soberania, são de responsabilidade exclusiva do BNDES, por meio do Fundo Amazônia. O Fundo apoia vários projetos no bioma Amazônia, que são desenvolvidos, principalmente, por organizações não governamentais (ONGs). Atualmente, 88 projetos contam com o apoio do Fundo e estão distribuídos no território brasileiro, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 - Distribuição no território brasileiro dos projetos apoiados pelo Fundo Amazônia.

Fonte: adaptado do Fundo Amazônia (2017b).

Estima-se que os projetos apoiados e desenvolvidos pelo Fundo Amazônia já tenham ajudado a reduzir, de 2006 até 2015, cerca de 4,30 bilhões de tCO₂e. em emissões decorrentes do desmatamento e da degradação florestal, conforme mostra a Figura 7 (FUNDO AMAZÔNIA, 2016).

Figura 7 - Valor estimado de redução das emissões (em milhões de toneladas de CO₂e.) por ano, atribuído aos projetos desenvolvidos pelo Fundo Amazônia.

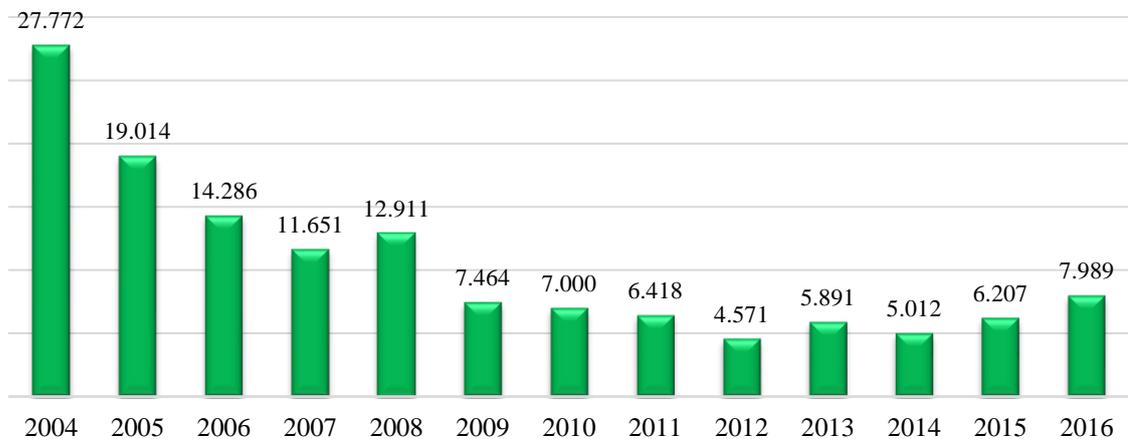


Fonte: adaptado do Fundo Amazônia (2016).

O Fundo Amazônia, atualmente, está engajado em projetos que tenham por objetivo a retomada de taxas decrescentes de desmatamento na Amazônia. Ao fim de 2016, o apoio às ações de monitoramento e controle representavam 47% do valor da carteira de projetos do Fundo (FUNDO AMAZÔNIA, 2016).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em 1988, começou a monitorar o desmatamento amazônico com imagens de satélite, registrando taxas de desmatamento que variaram de 29.059 km² em 1995 a 4.571 km² em 2012, conforme Figura 8 (INPE, 2017).

Figura 8 - Taxa histórica do desmatamento na Amazônia Legal, de 2004 a 2016 em Km².



Fonte: adaptado do Projeto PRODES, INPE (2017).

A queda percentual mais acentuada no desmatamento na Amazônia, conforme a Figura 8, ocorreu entre 2004 e 2010, quando o desmate anual diminuiu de 27.772 km² para 7.000 km². Essa redução pode ser explicada atuação mais eficiente dos órgãos de fiscalização e controle ambientais. Projetos utilizando o monitoramento com imagens de satélites passaram a integrar as ações de fiscalização, possibilitando uma distribuição mais eficiente dos fiscais nas áreas protegidas, permitindo, assim, o emprego preciso das ações de repressão ao desmatamento ilegal.

Estudo realizado por Assunção, Gandour e Rocha (2012) também aponta nessa direção: entre as explicações para a queda no desmatamento na Amazônia entre 2004 e 2009, os autores destacam as políticas de conservação introduzidas na segunda metade dos anos 2000, principalmente a colaboração mútua entre os diferentes níveis e órgãos governamentais, que aumentou a intensidade de monitoramento.

O maior rigor nas fiscalizações resultou em um aumento na aplicação de multas por desmatamento ilegal. As ações entre os anos de 2008 e 2013 culminaram na aplicação de 11.823 autos de infração relacionados ao desmatamento ilegal na Amazônia, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Autos de infração (multas) relacionados ao desmatamento na Amazônia no período de 01/08/2008 a 31/07/2013.

UF	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	Total
AC	229	51	105	10	12	407
AM	225	73	85	25	141	549
AP	126	103	111	42	30	412
MA	317	648	418	422	258	2.063
MT	611	297	389	278	344	1.919
PA	1.028	655	691	307	697	3.378
RO	1.088	482	436	147	187	2.340
RR	212	79	41	56	25	413
TO	127	75	72	39	29	342
Total	3.963	2.463	2.348	1.326	1.723	11.823

Fonte: adaptado de Schmitt (2015).

Observa-se, na Tabela 6, que o ápice da aplicação das multas (2008/2009) ocorreu no mesmo período em que houve a maior queda percentual no índice de desmatamento ilegal na Amazônia (Figura 8), o que pode indicar uma relação entre as ações de fiscalização, aprimoradas em função da adesão e repasses do REDD, e a redução do desmatamento na Amazônia.

Ademais, para cumprir os requisitos do mecanismo REDD e habilitar-se ao recebimento de recursos, o governo brasileiro passou a exigir maior conformidade ambiental das atividades e das propriedades rurais localizadas na Região Amazônica, como a exigência da apresentação de licenças e certidões ambientais para a liberação de várias linhas de crédito.

Apesar das reduções registradas no início do século, as taxas de desmatamento na Região Amazônica voltaram subir (Figura 8), o que pode indicar, entre outros fatores, que as abordagens atuais, tanto do REDD quanto das demais políticas vigentes, não estejam alcançando seus objetivos.

Assim, para a retomada das taxas decrescentes, é necessário aprimorar e reforçar as ações do mecanismo de REDD, como a execução do CF, que obriga todas as propriedades rurais a recuperarem e manterem um espaço de vegetação nativa como reserva florestal, auxiliando, com isso, o REDD na restauração e preservação florestais. Contudo, apesar de estar em vigência desde 2012, o CF ainda não foi totalmente implementado.

Além disso, a estratégia brasileira de REDD com enfoque na Amazônia pode não aproveitar todo o potencial do Brasil para reduzir emissões e promover o desenvolvimento nacional sustentável, uma vez que negligencia o papel das florestas que estão localizadas em outros biomas, como a Caatinga e o Pantanal.

Também é questionável a exclusividade do BNDES na administração dos recursos provindos do mecanismo REDD. A administração pública federal, pelo seu distanciamento territorial e suas limitações legais e burocráticas, pode não atender, com a celeridade necessária, as demandas ambientais e sociais da floresta Amazônica. Assim, é recomendada a descentralização do poder de gerência dos recursos do banco estatal federal para os órgãos públicos estaduais e organizações civis locais, que, mais próximos da floresta, podem melhor entender e atender as necessidades ambientais e sociais da região.

Cada estado que abriga a Amazônia Legal apresenta perfil e formas de contribuições diferentes no processo de redução do desmatamento amazônico, conforme mostra a Tabela 7. Desse modo, a divisão e o investimento de recursos devem ser estabelecidos considerando as principais demandas e prioridades de cada estado.

Tabela 7 - Estoque florestal e contribuição na redução do desmatamento de cada estado da Amazônia Brasileira, referente a 2010.

Estado	Estoque (km ²)	Estoque (%)	Redução do Desmatamento (km ²)	% na redução nacional
	Área florestal dos estados em 2010 (PRODES)	Área florestal dos estados em relação à Amazônia Brasileira	Desmat. histórico - (menos) Desm. verificado (PRODES).	Participação na redução no desmatamento da Amaz. Brasileira.
Acre	131.408,36	4,7	342,52	2,7
Amazonas	1.235.608,72	44,5	274,82	2,2
Amapá	70.742,59	2,5	26,5	-0,2
Maranhão	31.173,31	1,1	237,00	1,9
M. Grosso	309.790,87	11,2	6.787,13	53,7
Pará	771.470,02	27,8	2.484,60	19,7
Rondônia	126.104,66	4,5	2.340,32	18,5
Roraima	89.704,86	3,2	15,36	-0,1
Tocantins	9.918,76	0,4	212,49	1,7
Total	2.775.922,15	100%	12.636,02	100%

Fonte: adaptado de Força Tarefa de Governadores para o Clima e Florestas (2014).

Nos estados do Pará e Mato Grosso, que abrigam conjuntamente cerca de 1 milhão de km² de florestas nativas, de acordo com o INPE (2018), foram desenvolvidas ações que reduziram em 73% e 87%, respectivamente, a variação da taxa de desmatamento entre 2004 e 2017. Em 2004 foram desmatados 8.870 km² de florestas no estado do Pará e 11.814 no Mato Grosso. Já em 2017, a taxa de desmatamento no Pará foi de 2.443 km² e, no Mato Grosso, de 1.561 km², conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Taxa de desmatamento nos estados que compõem a Amazônia Legal no período de 2004 a 2017 (km²).

Ano/Estados	AC	AM	AP	MA	MT	PA	RO	RR	TO
2004	728	1.232	46	755	11.814	8.870	3.858	311	158
2005	592	775	33	922	7.145	5.899	3.244	133	271
2006	398	788	30	674	4.333	5.659	2.049	231	124
2007	184	610	39	631	2.678	5.526	1.611	309	63
2008	254	604	100	1.271	3.258	5.607	1.136	574	107
2009	167	405	70	828	1.049	4.281	482	121	61
2010	259	595	53	712	871	3.770	435	256	49
2011	280	502	66	396	1.120	3.008	865	141	40
2012	305	523	27	269	757	1.741	773	124	52
2013	221	583	23	403	1.139	2.346	932	170	74
2014	309	500	31	257	1.075	1.887	684	219	50
2015	264	712	25	209	1.601	2.153	1.030	156	57
2016	372	1.129	17	258	1.489	2.992	1.376	202	58
2017*	257	1.001	24	265	1.561	2.433	1.243	132	31
Varição 2017-2016*	-31%	-11%	41%	3%	5%	-19%	-10%	-35%	-47%
Varição 2017-2004*	-65%	-19%	-48%	-65%	-87%	-73%	-68%	-58%	-80%

Fonte: adaptado do Projeto PRODES, INPE (2018).

Apesar do potencial de contribuição para o controle do desmatamento, atualmente, esses estados são áreas prioritárias de apenas 27 projetos de proteção florestal desenvolvidos com recursos do REDD, repassados pelo Fundo Amazônia (Figura 6).

A alocação de recursos da forma que está sendo feita pelo BNDES, por meio do Fundo Amazônia, baseada apenas na apresentação e aprovação de projetos que enfoquem a vigilância e o monitoramento da floresta, pode não estar aproveitando as potencialidades de redução de cada estado e, assim, contribuindo para a retomada do aumento nos índices de desmatamento na região e para a ineficiência do REDD.

O REDD também enfrenta dificuldades do ponto de vista social. O repasse de recursos para os moradores da floresta ainda é raro. A colaboração dos moradores locais é fundamental para o sucesso do REDD. Deve ser considerado em suas ações que a principal fonte de renda dessas famílias ainda está na exploração dos recursos florestais.

Assim, apesar de ter colaborado para os bons resultados alcançados na redução das taxas de desmatamento e da degradação florestal na Região Amazônica (Figura 7), a plena efetividade do REDD ainda requer iniciativas de conservação voltadas para os proprietários

privados, principalmente os moradores da floresta, o que deve incluir o repasse de recursos e o desenvolvimento de mercados que valorizem o melhor desempenho ambiental e social nos setores florestal e agrícola.

O REDD é uma das principais ferramentas políticas nacionais para o controle do desmatamento ilegal e da degradação florestal. Utilizado em conjunto com outras políticas, como o CF e o Plano ABC, o REDD pode ajudar o Brasil a reduzir suas emissões de GEE, contribuindo, assim, para o enfrentamento das mudanças climáticas e para o estabelecimento de uma agropecuária de baixo carbono.

1.8 Considerações Finais

Este trabalho analisou o processo de execução e os resultados do Plano ABC e do mecanismo de REDD, duas importantes políticas climáticas brasileiras para a redução de emissões de GEE, além de suas implicações nas atividades agropecuárias, uma vez que o Brasil, um dos principais atores no cenário climático mundial, comprometeu-se voluntariamente a reduzir suas emissões e precisa adequar sua produção às exigências ambientais do mercado.

Observou-se que, para cumprir as metas que firmou nas conferências internacionais, serão necessárias mudanças no uso da terra e das florestas brasileiras, pois essas atividades figuram historicamente entre as principais fontes de emissões domésticas de GEE. Tais fontes de GEE também são influenciadas pelo agronegócio, atualmente um dos principais setores da economia nacional. Assim, o envolvimento e a colaboração desse setor serão fundamentais para o sucesso dos instrumentos políticos que visem à redução das emissões.

Para envolver e conduzir os agentes públicos e privados, o Brasil formulou a PNMC, onde estão concentradas a estratégia e as ações de reduções de emissões domésticas. Dentre os instrumentos políticos, pela sua estreita relação com o agronegócio, o Plano ABC se destaca. Contudo, em razão da diminuição no repasse e no aumento da taxa de juros, houve poucas contratações desse crédito rural no ano de 2017. Além da disponibilidade de subsídios e financiamentos, para o sucesso do Plano ABC, é preciso direcionar esforços para assistir tecnicamente os produtores rurais e monitorar os resultados das ações empreendidas.

Outro importante instrumento político é o REDD. Esse mecanismo prevê o pagamento, pelos países desenvolvidos, de incentivos financeiros aos países em desenvolvimento que preservarem suas florestas. O Brasil poderia obter melhores resultados se estendesse a estratégia do REDD aos outros biomas, como Caatinga e Pantanal, que também

oferecem relevantes serviços ecossistêmicos. É necessária, ainda, uma distribuição equilibrada de recursos do REDD entre os estados da Amazônia. Os potenciais do REDD seriam melhor executados se na divisão de recursos fossem observados, principalmente, a extensão territorial florestal e os índices de desmatamento identificados em cada estado.

O sucesso do mecanismo de REDD também passa pelo envolvimento das populações que residem na floresta e dependem dela, até então negligenciadas na implementação dessa política.

Este estudo limitou-se ao exame do Plano ABC e do REDD. A PNMC também contempla outros importantes instrumentos políticos, dentre eles, o CF. Principal e mais recente instrumento político ambiental, o CF incide sobre toda propriedade rural brasileira, estabelecendo limitações no uso da terra e de florestas, influenciando, portanto, na produção agropecuária. Desse modo, é importante também analisar os efeitos ambientais e econômicos da aplicação de um dos principais mecanismos do CF, a obrigatoriedade da constituição da RL, nos biomas Amazônia e Cerrado, onde está localizada a nova fronteira agrícola brasileira.

Em trabalhos futuros, serão avaliados os efeitos do corte na dotação e aumento das taxas de juro do crédito rural disponível para o Programa ABC na safra 2017/2018, a fim de se verificar se esses ajustes fiscais interferiram nos resultados da política, bem como o quanto a aplicação do mecanismo de REDD, em todos os biomas brasileiros, pode contribuir para o controle e redução das emissões resultantes do desmatamento e da degradação florestal.

Por fim, apesar dos evidentes contrapontos e desafios, tem-se que a adequação da produção agropecuária nacional ao novo cenário econômico mundial perpassa pela conformidade ambiental. Logo, devem-se promover efetivamente as mudanças necessárias, não só para a manutenção de um mercado estruturado, equilibrado e sem falhas (externalidades), mas, sobretudo, para gerar o ambiente econômico socioambiental tão desejado e necessário à sobrevivência humana.

1.9 Referências Bibliográficas

ALVES, J. E. D. Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinquênio (2015-2030) do século XXI. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, dez. 2015.

ARIMA, E.; BARRETO, P.; ARAÚJO, E.; SOARES-FILHO, B. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, v. 41, p. 465-473, jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES ESTADUAIS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (ASBRAER). **Assistência técnica e extensão rural no Brasil: um debate nacional sobre as realidades e novos rumos para o desenvolvimento do País**, julho de 2014. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/387450/mod_resource/content/0/Assistencia%20tecnica%20e%20Extens%C3%A3o%20rural%20no%20Brasil%20ASBRAER%20.pdf>.

Acessado em: 20 fev. 2018.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C. C.; ROCHA, R. **A queda do desmatamento na Amazônia Brasileira: preços ou políticas?** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:

<<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2012/03/Deforestacion-Precos-ou-Políticas-Sumario-Executivo-Portuguese.pdf>>. Acessado em: 15 mar. 2018.

BELINKY, A.; MANZONI, M. Análise dos Recursos do Programa ABC. Foco na Amazônia Legal – Potencial de redução de GEE e estudo de caso sobre o Programa ABC em Paragominas. FGV. **Observatório do Plano ABC**, rel. 4, ano 2, mai. 2015.

BRASIL. **Decreto n. 7.390**, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília: DOU de 10/12/2010.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano ABC em números**. Brasília, 2018. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros>>.

Acessado em: 10 jun. 2018.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **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)**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Plano Agrícola e Pecuário 2016-2017**. Brasília: Mapa/SPA, 2016a. 46 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Acordo de Paris**. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acessado em: 10 jan. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **ENREDD+: estratégia nacional para redução das emissões provenientes do desmatamento e da degradação florestal, conservação dos estoques de carbono florestal, manejo sustentável de florestas e aumento de estoques de carbono florestal**. Brasília: MMA, 2016b. 48 p.

CERBU, G. A.; SWALLOW, B. M.; THOMPSON, D. Y. Locating REDD: A global survey and analysis of REDD readiness and demonstration activities. **Environmental Science & Policy**, v. 14, p. 168-180, out. 2010.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Nota técnica**: síntese do Plano Agrícola e Pecuário 2017/2018. Brasília, jun. de 2017. Disponível em: <<http://www.cnabrazil.org.br/artigos-tecnicos/nota-tecnica-sintese-do-plano-agricola-e-pecuario-20172018-junho-2017>>. Acessado em: 10 jul. 2017.

_____. **PIB e performance do agronegócio**: balanço 2016, perspectivas 2017. Brasília, nov. 2016. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02_pib.pdf>. Acessado em: 20 mar. 2017.

CUPERSHMID, N. T. M.; TAVARES, M. C. Atitudes em relação ao meio ambiente e sua influência no processo de compra de alimentos. **Revista Interdisciplinar de Marketing**, v. 1, n. 3, p. 5-14, set./dez. 2002.

DUNLOP, T.; CORBERA, E. Incentivizing REDD+: How developing countries are laying the groundwork for benefit-sharing. **Environmental Science & Policy**, v. 63, p. 44-54, abr. 2016.

FEARNSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, p. 101-114, mar. 2008.

FORÇA TAREFA DE GOVERNADORES PARA O CLIMA E FLORESTAS (GCF). **Proposta de alocação das reduções de emissões “U-REDD” nos estados brasileiros membros do GCF**. Manaus: IDESAM, 2014.

FUNDO AMAZÔNIA. **Doações**. Brasília, 2017a. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt/Esquerdo/Doacoes/>. Acessado em: 20 ago. 2017a.

_____. **Informe da Carteira**. Brasília, 2017b. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Informes_Portugues/2017_03_Informe_Carteira.pdf>. Acessado em: 20 ago. 2017.

_____. **Relatório de atividades 2016**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Relatorio_Anual/Rafa_2016_portugues_site.pdf>. Acessado em: 10 out. 2017.

GIOSTRI, G. F.; NASCIMENTO, R. B. A estratégia mundial de REDD+: desafios e oportunidades no Brasil e, especialmente, na floresta Amazônica. **Conexão Ciência** (on line). v. 11, n. 1, jan. 2016.

GOLLIER, C., TIROLE J. Negotiating Effective Institutions Against Climate Change. **Economics of Energy & Environmental Policy**, v. 4, n. 2, 2015. Disponível em: <<ftp://www.cramton.umd.edu/papers2015-2019/gollier-tirole-negotiating-against-climate-change.pdf>>. Acessado em: 10 jun. 2017.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura brasileira de baixo carbono. In: FILHO, J. E. R. V. et al. (coord). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: IPEA, 2016. P. 343-366.

GUTIÉRREZ, W. B. COP 21: Acuerdo contra el cambio climático en Paris. **Apuntes de Ciencia & Sociedad**, v. 5, n. 2, p. 186-187, jul./dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006**. Brasília, 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acessado em: 18 fev. 2018.

_____. **Mapa de biomas e vegetação**. Brasília, mai. 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acessado em: 10 mai. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Observação da terra: projeto PRODES**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acessado em: 10 ago. 2017.

_____. **Observação da terra: projeto PRODES, monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite, atualizado até 11/05/2018**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acessado em: 21 mai. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2014: synthesis report**. Genebra, 2014. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acessado em: 10 ago. 2016.

KERR, S. C. The Economics of International Policy Agreements to Reduce Emissions from Deforestation and Degradation. **Environmental Economics and Policy**, v. 7, issue 1, 2013.

LA ROVERE, E. L. Low-carbon development pathways in Brazil and “Climate Clubs”. **WIREs Clim Change**, v. 8, jan./fev. 2017.

LA ROVERE, E. L.; JÚNIOR A. O. P.; DUBEUX, B. S.; WILLS, W. Climate change mitigation actions in Brazil. **Climate and Development**, v. 6, mar. 2014.

LIMA, R. C. A. A adequação das propriedades agrícolas ao novo Código Florestal brasileiro. **Visão Agrícola**, ESALQ, n. 10, abr. 2012.

LIMA, R. C. A. COP-21 o novo acordo de clima e a agricultura brasileira. **Agronalysis**: a revista de agronegócio da FGV. vol. mar., p. 29-31, mar. 2015.

MOTTA, R. S. A Política nacional sobre mudança do clima: aspectos regulatórios e de governança In: MOTTA, R. S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G. (coord.). **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: IPEA, 2011. Cap. 1, p. 31-42.

NORSE, D. Low carbon agriculture: objectives and policy pathways. **Environmental Development**, v. 1, issue 1, p. 25-39, jan. 2012.

NUNES, F.; RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. Boundary work in climate policy making in Brazil: reflections from the frontlines of the science-policy interface. **Environmental Science & Policy**, v. 59, p. 85-92, mai. 2016.

OBSERVATÓRIO ABC. **Impactos econômicos e ambientais do Plano ABC**: relatório completo. São Paulo: FGV, 2017. Disponível em: <<http://observatorioabc.com.br/wp-content/uploads/2017/09/Relatorio5-Completo.pdf>>. Acessado em: 10 out. 2017.

_____. **Projeto observatório ABC**: análise dos recursos do programa ABC; instituições financeiras privadas; safra 2015/2016. Fundação Getúlio Vargas (FGV). Centro de Agronegócio (GV Agro), ago. 2016. Disponível em: <http://observatorioabc.com.br/wp-content/uploads/2016/10/Sumario_ABC_Primeiro_Final-ComFotos.pdf>. Acessado em: 10 mai. 2017.

_____. **Propostas para revisão do Plano ABC**. São Paulo: FGV, 2015. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/abc/original/gv-agro_em-simples.pdf>. Acessado em: 10 jun. 2017.

_____. **Sistema ABC**. São Paulo: FGV, 2018. Disponível em: <<http://observatorioabc.com.br/sistema-abc/>>. Acessado em: 19 jun. 2018.

OJEA, E.; LOUREIRO, M. L.; ALLÓ, M.; BARRIO, M. Ecosystem services and REDD: Estimating the benefits of non-carbon services in worldwide forests. **World Development**, v. 78, p. 246-261, jan. 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Global agriculture towards 2050**. Roma, out. 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf>. Acessado em: 10 ago. 2017.

PAIXÃO, M. A. S.; BACHA, C. J. C. A agropecuária brasileira e a sua inserção na economia verde: uma análise do plano e do programa ABC. **Pesquisa & Debate**, v. 26, n. 1 (47), p. 75-98, jan./mar. 2015.

PESSINI, L.; SGANZERLA, A. Evolução histórica e política das principais conferências mundiais da ONU sobre o clima e meio ambiente. **Iberoamericana de Bioética**, n. 1, fev. 2016.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. S. **Cotas de reserva ambiental (CRA):** viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil. 1. ed. Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015. 72 p.

REIS, T.; BORTOLOTTI, F.; LOPES, G. R.; BRAGA, L. Desafios e oportunidades para avançar as Contribuições Nacionais no setor agropecuário e de florestas na América Latina: O caso do Brasil. **Plataforma Climática Latino Americana**, mar. 2017.

SALLES, G. P.; SALINAS, D. T. P.; PAULINO, S. R. How funding source influences the form of REDD+ initiatives: The case of market versus public funds in Brazil. **Ecological Economics**, v. 139, p. 91-101, abr. 2017.

SCHMITT, J. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia.** 2015. 188 p. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SECAF, B. S. COP-21: o acordo de Paris. **Agronalysis: a revista de agronegócio da FGV**, v. 36, n. 01, jan. 2016.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissões totais.** Brasília, 2017. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acessado em: 12 dez. 2017.

SOARES-FILHO, B.; HISSA, L.; NASSAR, A.; HARFUCH, L.; MOREIRA, M. M. R.; CACHION, L. C.; ANTONIAZZI, L. B.; BARIONI, L. G.; JÚNIOR, G. M.; SAINZ, R. D.; ALVES, B. J. R.; LIMA, M. A.; MARTINS, O.; BRANCO, M. C.; TOLEDO, R.; LEAL, M. R. L. V.; MARQUES, F.; FERREIRA, R.; GOULART, L.; MENDES, T.; GOUVELLO, C.; MOREIRA, A.; FARINELLI, B.; MEIHUY, C.; PINTO, R.; HATO, J.; PACCA, S. Estudo de baixo carbono para o Brasil: Relatório de síntese técnica. **Energy Sector Management Assistance Program, The World Bank**, 2010b. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1276778791019/Relatorio_Principal_integra_Portugues.pdf>. Acessado em: 10 jun. 2017.

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS**, v. 107, n. 24, jun. 2010a.

SPAROVEK, G.; ANTONIAZZI, L. B.; BARRETTO, A.; BARROS, A. C.; BENEVIDES, A.; BERNDEN, G.; BRAGA, E. P.; CALMON, M.; GROKE JR., P. H.; MARQUES, F. N. A.; NOGUEIRA, M. P.; PINTO, L. F. G.; PRECIOSO, V. Sustainable bioproducts in Brazil:

disputes and agreements on a common ground agenda for agriculture and nature protection. **Biofuels Bioproducts & Biorefining – Biofpr**, v. 10, issue 3, p. 204-221, mai./jun. 2016.

TIROLE, J. Some economics of global warming. **Revista Di Politica Economica**, v. 98, issue 6, p. 9-42, nov./dez. 2008.

VIOLA, E. Brazilian climate policy since 2005: continuity, change and prospective. **Revista CEPS**, n. 373, fev. 2013.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brazilian climate politics 2005–2012: ambivalence and paradox. **Wires Climate Change**, v. 5, p. 677-688, out. 2014.

WART, S. History of scientific work on climate change. **Earth Systems and Environmental Sciences**, 2^a ed., v. 2, p. 87-89, set. 2015.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **CAIT, climate data explorer**. Washington, 2017. Disponível em: <<http://www.wri.org/blog/2015/06/infographic-what-do-your-countrys-emissions-look>>. Acessado em: 10 jul. 2017.

_____. **CAIT, historical emissions data** (Countries, U. S. States, UNFCCC). Washington, 2018. Disponível em: <<http://www.wri.org/resources/data-sets/cait-historical-emissions-data-countries-us-states-unfccc>>. Acessado em: 17 fev. 2018.

YONG-XIANGA, Z.; QING-CHENA, C.; QIU-HONGB, Z.; HUANG, L. The withdrawal of the U.S. from the Paris Agreement and its impact on global climate change governance. **Advances in Climate Change Research**, on line, aug. 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674927817300849>>. Acessado em: 10 set. 2017.

ANÁLISE DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA RECUPERAÇÃO DE RESERVA LEGAL FLORESTAL NOS BIOMAS AMAZÔNIA E CERRADO

RESUMO

Este trabalho analisa as implicações econômicas e ambientais da implementação de um dos instrumentos do Código Florestal (CF), a obrigação de recuperar e manter um percentual de vegetação nativa (VN) nos imóveis rurais para Reserva Legal (RL), em dois biomas brasileiros, a Amazônia e o Cerrado. No bioma Amazônia há um *déficit* de 4,47 milhões de hectares (Mha) de VN e, no bioma Cerrado, de 5,03 Mha. Em ambos os casos, para a conformidade ambiental, será necessário o abandono de áreas produtivas para a conversão em VN. Para a análise, utilizou-se um modelo de equilíbrio geral computável, o qual, por meio de simulações, permite analisar os impactos de choques de política sobre as economias nacional e regionais, ao longo do tempo. Os resultados indicam que a aplicação da política, por restringir o uso do fator terra, afetará negativamente as principais variáveis macroeconômicas brasileiras. Observou-se que a conversão causará a redução da produção agropecuária nos estados que abrigam os biomas Cerrado e Amazônia, bem como das outras atividades relacionadas ao setor do agronegócio. A redução na produção ocasionará a migração da força de trabalho, dos estados atingidos pela política, para outras regiões do país que tenham no agronegócio seu principal setor produtivo. A recuperação da VN no bioma Amazônia reduziu as emissões de GEE em 3,15 milhões tCO_{2e}. e a no bioma Cerrado, em 7,67 mil tCO_{2e}. As áreas de pastagem foram as que mais cederam espaço para a recuperação da VN, principalmente no bioma Amazônia. Observou-se, por fim, que o cumprimento da política, a longo prazo, não impõe impactos significativos na economia brasileira como um todo, já que compromete menos de 1% do PIB do País.

Palavras-chaves: Implicações; Reserva Legal; Bioma Amazônia; Bioma Cerrado.

ABSTRACT

This work analyzes the economic and environmental implications of the implementation of one of the instruments of the Forest Code (CF), the obligation to recover and maintain a percentage of native vegetation (VN) in rural properties for Legal Reserve in two Brazilian biomes, the Amazon and the Cerrado. In the Amazon Biome there is a deficit of 4.47 million hectares (Mha) of VN and 5.03 Mha in the Cerrado Biome. In both cases, for environmental compliance, it will be necessary to abandon productive areas for conversion into NPV. For the analysis, a computable general equilibrium model was used, which, through simulations, allows analyzing the impacts of policy shocks on national and regional economies over time. The results indicate that the application of the policy, because it restricts the use of the land factor, will negatively affect the main Brazilian macroeconomic variables. It was observed that the conversion will cause the reduction of agricultural production in the States that shelter the Cerrado and Amazon Biome, as well as other activities related to the agribusiness sector. The reduction in production will lead to migration of the labor force, from the states affected by the policy, to other regions of the country that have in agribusiness their main productive sector. The recovery of NPV in the Amazon Biome reduced GHG emissions by 3.15 million tCO_{2e}. and Biome Cerrado by 7.67 thousand tCO_{2e}. The pasture areas were the ones that gave the most space for the recovery of VN, mainly in the Amazon Biome. Finally, it was observed that long-term policy compliance does not impose significant impacts on the Brazilian economy as a whole, since it compromises less than 1% of the country's GDP.

Keywords: Implications; Legal Reserve; Amazon Biome; Cerrado Biome.

2.1 Introdução

Este trabalho analisa os impactos econômicos da implementação de um dos instrumentos do Código Florestal (CF), a obrigação de recuperar e manter um percentual de vegetação nativa (VN) nos imóveis rurais para Reserva Legal (RL), nos biomas Amazônia e Cerrado. Ademais, avalia as consequências dessa política para as economias nacional e regionais, bem como seus eventuais desdobramentos em termos de alocação de terras e emissões de gases de Efeito Estufa (GEE).

No Brasil, as maiores fontes de emissões de GEE, historicamente, têm como origem o setor energético, o desmatamento e a atividade agropecuária (LA ROVERE, 2017). A primeira fonte tem seu montante de emissões explicado principalmente pela atividade de transporte, enquanto as outras duas estão associadas à expansão da atividade agropecuária. No início dos anos 2000, a abertura de pastagens e depois a produção de soja foram as principais causas do desmatamento, principalmente na Região Amazônica, contribuindo para o aumento nas emissões do setor agropecuário e para mudanças do uso da terra e florestas (SPAROVEK et al., 2016).

O bioma Cerrado possui um *superávit* florestal de 40 Mha, que podem ser legalmente desmatados e utilizados na atividade agropecuária. Pela disponibilidade e condições ambientais propícias ao desenvolvimento de lavouras e da pecuária, o Cerrado vem sofrendo grande pressão e perda de áreas nativas para a expansão do agronegócio (SOARES-FILHO et al., 2014).

Nesse sentido, são necessárias ações políticas e institucionais que promovam a exploração racional dos recursos naturais e o uso racional da terra. A implementação dessas políticas, no Brasil, deve levar em consideração que cerca de 302 milhões de hectares (Mha) de vegetação nativa (VN) remanescente estão localizadas em terras particulares (FREITAS; SPAROVEK; MATSUMOTO, 2016). Nesse contexto, o CF ganha destaque, pois é o elemento fundamental da legislação que regulamenta o uso e o manejo da terra nas propriedades privadas e públicas brasileiras (NESHEIM et al., 2014).

O CF, que entrou em vigor em maio de 2012, estabeleceu os requisitos mínimos de conservação e restauração da vegetação nativa brasileira. Assim, para se adequar ao CF, os produtores que ainda estiverem utilizando as áreas de RL de seus imóveis rurais devem providenciar, a partir de 2018, a restauração ou a regeneração da vegetação nativa ou, ainda, a sua compensação (FREITAS et al., 2017).

Essa política visa à recuperação de áreas de vegetação nativa eliminadas das propriedades rurais e, assim, garantir a oferta de serviços ambientais essenciais, como o suprimento de água e a manutenção da biodiversidade, promovendo, assim, a proteção de recursos naturais importantes tanto para o desenvolvimento da agropecuária como para o bem-estar e a segurança da população brasileira (BRANCALION et al., 2016).

Para a implementação do CF, alguns desafios precisam ser superados, como a utilização de terras ilegalmente desmatadas para a atividade agropecuária. Essas terras, normalmente, estão recebendo alguma destinação econômica, razão pela qual os agricultores têm o CF como uma barreira contra o desenvolvimento econômico.

Esse impasse vem promovendo questionamentos acerca dos prováveis impactos econômicos e ambientais do cumprimento dos dispositivos do CF. Diniz e Ferreira Filho (2015), Freitas, Sparovek e Matsumoto (2016) e Santos et al. (2017) são alguns trabalhos que analisaram essa temática, identificando, de forma abrangente, como a observância ao CF poderá interferir na economia brasileira, além de seus prováveis benefícios para o meio ambiente. Nesse contexto, a avaliação dos impactos da restauração da RL nos estados que abrigam os biomas Amazônia e Cerrado, bem como a sua repercussão no cenário nacional, por estimar os custos de adequação e os benefícios ambientais da restauração florestal, podem contribuir para a discussão do tema.

Assim, este trabalho analisa os impactos econômicos e ambientais da adequação ao CF nos biomas Amazônia e Cerrado. Mais especificamente, será simulada a recuperação de áreas de VN nesses biomas entre os anos de 2018 e 2038, conforme rege a legislação. Para isso, utilizou-se um modelo de simulação econômica de equilíbrio geral computável (CGE, sigla em inglês), que permite analisar as consequências econômicas e ambientais da adequação ao CF.

Este artigo está organizado em quatro seções. A primeira aborda as alterações e os principais instrumentos de gestão ambiental do CF, com ênfase na obrigatoriedade da restauração das áreas de RL. A segunda trata da metodologia do CGE, sua estrutura, a política e o fechamento do modelo. Na terceira, são discutidos e analisados os resultados das simulações. Por fim, na quarta seção são apresentadas as considerações finais e as orientações para futuras pesquisas.

2.2 O Código Florestal

O controle do desmatamento é uma pauta global. Na Conferência das Partes promovida pela Organização das Nações Unidas em Paris (COP-21), o Brasil assumiu o

compromisso de, até 2030, recuperar 15 Mha de pastagens degradadas e de restaurar 12 Mha de VN. A realização desse objetivo poderá diminuir as emissões nacionais de GEE e ajudar o País a alcançar uma produção agropecuária de baixo carbono (NUNES, et al., 2017).

Para tanto, a participação do agronegócio é de fundamental importância, pois o Brasil é um dos poucos países que ainda possui um vasto estoque de florestas naturais adequadas para a conversão em terras agrícolas. Aproximadamente 65% do território brasileiro, o equivalente a 566 Mha, ainda está coberto por VN, dos quais 302 Mha (53%) estão localizados em terras privadas que abrigam ou são influenciadas por alguma atividade agropecuária (FREITAS; SPAROVEK; MATSUMOTO, 2016).

Assim, para diminuir as emissões e promover uma agricultura de baixo carbono, é necessária a aplicação de leis e regulamentos que previnam e controlem o desmatamento ilegal, bem como que incentivem a boa gestão ambiental de terras privadas (LA ROVERE et al., 2014).

Nesse contexto, o Código Florestal (CF) se destaca, pois é o principal instrumento jurídico para a regulação do uso e da expansão da terra agrícola. O CF define os requisitos de exploração, conservação e restauração da VN em terras públicas e privadas, abrangendo toda a VN, inclusive os biomas não-florestais (BRANCALION et al., 2016; MACHADO, 2017).

É, portanto, a principal estrutura legal brasileira para conservação da natureza, pois incide diretamente sobre a gestão dos recursos hídricos e do solo, bem como na conservação da natureza e na produção agropecuária (SPAROVEK et al., 2012).

O primeiro CF brasileiro para proteção da VN foi instituído em 1934. Atualizado em 1965, passou a exigir um alto esforço de restauração em áreas já convertidas para a atividade agrícola. A falta de tecnologia e insumos para a restauração, os custos de oportunidade e a ausência de uma aplicação rigorosa contribuíram para o descumprimento do CF de 1965 (MAY et al., 2015).

Contudo, com a entrada em vigor da Lei de Crimes Ambientais, em 1998, os órgãos de controle e defesa ambiental passaram a intervir de forma mais efetiva e o descumprimento do CF de 1965 passou a originar sanções civis, administrativas e penais, bem como a imposição de medidas reparatórias. Assim, com a percepção de que o CF de 1965 seria uma barreira contra o desenvolvimento do agronegócio, iniciou-se em 2008 um movimento político para revisá-lo (BRANCALION et al., 2016; SPAROVEK et al., 2012).

Em 2012, foi aprovado um novo CF, bem mais tolerante do que o seu antecessor. Foi incluído em seu texto, por exemplo, o perdão para vários tipos de desmatamentos ilegais

ocorridos antes de 2008. Comparado com o CF de 1965, o atual CF também resultou na diminuição das áreas florestais protegidas (ALARCON et al., 2015; KRÖGER, 2017).

O CF de 2012 também apresentou as novas diretrizes para a recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal, para locais em que a VN tenha sido suprimida para outros usos da terra.

As APPs são geograficamente localizadas, ou seja, definidas pela proximidade de um curso de água, declividade elevada, topo de morro ou altitude extrema. Visam a proteger a água, o solo, a flora, a fauna, a paisagem e a biodiversidade, culminando com a sua significância para o bem-estar das populações humanas (COUTINHO et al., 2013; SPAROVEK et al., 2015).

A RL é uma área com VN localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, que tem a função de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como assegurar o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRANCALION et al., 2016). O tamanho da RL é proporcional ao tamanho do imóvel, variando de acordo com sua localização geográfica no Brasil, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Percentual mínimo, em relação à área total do imóvel rural, que deve ser mantida com cobertura de VN, a título de Reserva Legal.

Localização	Percentual Mínimo da Área do Imóvel Exigido
- Amazônia Legal	- 80% no imóvel situado em área de florestas. - 35% no imóvel situado em área de cerrado. - 20% no imóvel situado em área de campos gerais.
- Nas demais regiões do País	- 20% do imóvel.

Fonte: Brasil (2012).

Ainda que não tenham alterado os percentuais, descritos na Tabela 1, as inclusões dos artigos³ 13, 15, 61 e 67 no novo CF reduziram as exigências de restauração das áreas de RL e APP (FREITAS; SPAROVEK; MATSUMOTO, 2016).

A isenção da obrigatoriedade da constituição de RL para propriedades com tamanho inferior a quatro módulos fiscais (MF) e o perdão dos desmatamentos ocorridos até 2008 foram responsáveis pela redução de 58% da dívida ambiental brasileira. A anistia concedida pelo atual CF alcançou 90% das propriedades rurais e diminuiu a área total a ser restaurada de 50 para 21

³ O novo CF permitiu ao poder público reduzir a exigência de RL de 80% para até 50% da propriedade rural localizada em florestas da Amazônia Legal, exclusivamente para fins de regularização de área rural consolidada. Autorizou o cômputo das áreas de APPs no cálculo da RL. Reduziu a exigência mínima de APPs para áreas rurais desmatadas antes de 22 de junho de 2008. Por fim, isentou da necessidade de restauração de RL as propriedades de tamanho inferior a quatro módulos fiscais (BRASIL, 2012).

Mha, dos quais 78% abrangem áreas de RLs e 22% de APPs, conforme indicado na Tabela 2 (SOARES-FILHO et al., 2014).

Tabela 2 - Principais alterações feitas pelo novo Código Florestal, em que foram estabelecidos novos critérios na obrigação de reparar a VN degradada.

ALTERAÇÕES DO CÓDIGO FLORESTAL		
Artigos	1. Áreas de Preservação Permanente	Redução da Proteção em Milhões de Hectares (Mha)
4.º e 61-A	1.1 - Redução nas dimensões das faixas de VN que deverão recompor as margens dos cursos hídricos, nascentes, topos de morros e encostas. 1.2 - Antes a largura mínima com VN era de 30 metros; atualmente, começa em 5 metros e aumenta de acordo com o tamanho da propriedade (5, 8, 15 e 30m).	≈ 8 Mha
Artigos	2. Reserva Legal	Redução da Proteção em Milhões de Hectares (Mha)
15	2.1 - Admite-se o cômputo das Áreas de Preservação Permanente no cálculo do percentual da Reserva Legal do imóvel, desde que o imóvel esteja incluído no Cadastro Ambiental Rural.	≈ 4 Mha
67	2.2 - Em imóveis com até quatro módulos fiscais, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008.	≈ 17 Mha
12, § 4º e 12, § 5º	2.3 - Serão exigidos apenas 50% de VN para fins de recomposição, quando o município tiver mais de 50% da área ocupada por unidades de conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas. 2.3 - Serão exigidos, também, apenas 50% quando o estado tiver Zoneamento Ecológico-Econômico aprovado e mais de 65% do seu território ocupado por unidades de conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas.	≈ 1 Mha
Total da Redução		≈ 30 Mha

Fonte: Adaptado de Soares-Filho (2013).

Desse modo, as reduções descritas na Tabela 2 podem influenciar na conservação da biodiversidade e nos programas de restauração florestal. Podem, ainda, expandir e agravar problemas, como falta d'água, desertificação, deslizamentos de encostas, inundações e secas (BRANCALION et al., 2016).

Ocorre que, mesmo com as reduções, ainda há muitas propriedades em não-conformidade com o CF, com áreas florestais de RL em quantidade menor do que a requerida pela lei.

Assim, no intuito de facilitar sua execução, o CF de 2012 foi dotado de importantes sistemas de controle e incentivo da conformidade. Foram criados o Cadastro Ambiental Rural

(CAR), o Programa de Regularização Ambiental (PRA), o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADA) e as Cotas de Reserva Ambiental (CRA), ferramentas que possibilitam a gestão sistemática e integrada da lei, além de obrigar e monitorar o seu cumprimento (BRANCALION et al., 2016).

No âmbito do CAR, o proprietário com déficit de RL em seu imóvel poderá optar, ainda, por compensar a dívida através do mecanismo de compensação de CRA. A CRA é um título legal negociável representativo de áreas com VN intacta ou em regeneração, localizadas em propriedades que apresentam VN em quantidade superior à exigida para RL, podendo, no caso de pequena propriedade ou posse rural familiar, incluir a RL (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015a).

A compensação é um mecanismo de mercado. Estima-se que exista no Brasil uma oferta potencial de 147,4 Mha de ativos florestais que poderiam lastrear a emissão de CRA. Desse total, tem-se uma oferta provável de CRA de 103,1 Mha, distribuídos principalmente entre os biomas Amazônia (nos estados do Amazonas e Pará) Cerrado e Caatinga (na Bahia e no Piauí) (RAJÃO SOARES-FILHO, 2015a).

Todavia, o forte desequilíbrio entre a oferta potencial (147,4 Mha) e a demanda potencial (13 Mha) não incentiva a criação e desenvolvimento de um mercado atraente de certificados negociáveis de CRA (FREITAS et al., 2017; RAJÃO SOARES-FILHO, 2015a).

Assim, como o mercado de CRA ainda não está estabelecido. A restauração florestal, apesar de mais onerosa, é o principal mecanismo disponível aos proprietários para a recuperação das áreas degradadas de seus imóveis rurais e, em especial, para o pagamento dos *déficits* de RL (NUNES et al., 2017).

Dessa forma, é importante aferir os impactos econômico e ambiental que a restauração florestal dessas áreas de *déficit* de RL, que atualmente estão sendo usadas na agropecuária, pode causar à economia regional e nacional, sem perder de vista que a dinâmica das políticas climáticas nacionais está diretamente relacionada às questões de política econômica (BABATUNDE; BEGUM; SAID, 2017).

Além disso, apesar das discussões política e judicial sobre a validade dessas reduções e o contexto que as originou, a chance de alterações no CF atual é pequena, implicando que o processo de revisão já foi superado e o CF deve ser colocado em prática (SOARES-FILHO, 2013).

Assim, é importante estimar os custos econômicos e sociais da adequação das propriedades rurais irregulares às novas diretrizes ambientais, bem como identificar se os

benefícios ambientais, da imposição legal, justificam o processo de restauração em longa escala que será desenvolvido nos biomas Amazônia e Cerrado.

2.3 Procedimentos Metodológicos

Na abordagem proposta para este trabalho, para aferir os impactos econômicos e ambientais do CF, utilizou-se um modelo CGE. Esses modelos são utilizados para esclarecer e ilustrar os efeitos das políticas e outros choques em diversos setores da sociedade. O modelo CGE, através de simulações, possibilita uma análise de toda a economia, permitindo o exame do impacto geral da reforma de uma política de base ampla, como é o caso do CF, que abrange todas as propriedades rurais do Brasil (HORRIDGE, 2011). O uso de modelos de simulação pode contribuir para a melhor compreensão do problema, ao tornar explícitas as inter-relações entre as variáveis envolvidas, o que será discutido a seguir.

Modelos CGE são representações do conjunto da economia em seu âmbito global, nacional e/ou regional. Esses modelos são estruturados com base em blocos de equações que especificam o comportamento e as relações entre todos os agentes econômicos. Ademais, fornecem uma estrutura capaz de avaliar os efeitos das mudanças de políticas na alocação de recursos e de avaliar quem ganha e perde com a mudança (SHOVEN; WHALLEY, 1992).

O principal objetivo do modelo CGE é a análise prática de políticas (WING, 2004). A modelagem permite uma atualização constante dos dados, a desagregação detalhada na área de foco e a representação precisa dos instrumentos políticos relevantes, além de resultados desagregados. Esses modelos, por meio de simulações, permitem a estimativa dos impactos de uma política em toda a economia (DIXON; KOOPMAN; RIMMER, 2013; SHOVEN; WHALLEY, 1984).

A força central de um modelo CGE é sua capacidade de simular como as políticas afetam os setores interligados e os agentes econômicos. As simulações CGE produzem resultados em termos de impactos em indicadores econômicos chave, incluindo produção regional bruta, produção do setor, meio ambiente e emprego, entre outros (BANERJEE et al., 2016).

O detalhamento institucional descrito nos modelos aplicados permite a análise de diversas políticas, possibilitando investigações detalhadas e considerações sobre circunstâncias específicas de uma dada economia (FERREIRA FILHO, 2011).

Os modelos CGE são utilizados para avaliação de uma ampla gama de políticas. Para o caso brasileiro, já foram utilizados para analisar a distribuição de renda no País

(FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2009), bem como a restrição à oferta de energia (SCARAMUCCI et al., 2006). O CGE também já foi utilizado para simular os efeitos econômicos e ambientais da reforma tributária dos recursos do carvão na China (TANG et al., 2017).

Desse modo, o instrumental analítico utilizado neste trabalho é um modelo inter-regional de equilíbrio geral aplicado denominado *The Enormous Regional Model for the BRazilian economy* (TERM-BR) (HORRIDGE, 2011).

O TERM-BR foi adaptado de um modelo desenvolvido para a economia da Austrália, cuja estrutura matemática é representada por um conjunto de equações, na sua grande maioria não-lineares, porém, descritas na forma linearizada, e cuja solução é dada em taxa de crescimento (variação percentual). O modelo é solucionado com o *software* GEMPACK (HARRISON; PEARSON, 1996).

O TERM-BR incorpora mecanismos de dinâmica recursiva, especificações de funções de produção e detalhamentos da base de dados (SANTOS et al., 2017). O modelo também fornece dimensões adicionais, revelando impactos políticos não só no sistema econômico, mas também na base de recursos ambientais sobre a qual o setor agropecuário é construído e sustentado. Esse alto grau de detalhamento torna o TERM-BR uma ferramenta útil para examinar os impactos regionais de choques, especialmente choques do lado da oferta (no caso, terra), que podem ser específicos de um determinado setor ou região (HORRIDGE; ROKICKI, 2017).

2.3.1 A Estrutura do TERM-BR

O TERM-BR é um modelo inter-regional, *bottom-up* e dinâmico-recursivo. Esse modelo foi criado especificamente para lidar com dados regionais altamente desagregados e, ao mesmo tempo, fornecer uma solução rápida para as simulações (HORRIDGE; 2011).

A metodologia *bottom-up* permite simulações de políticas que têm efeitos de preço apenas em uma região específica. Os resultados nacionais são conduzidos (determinados) pelos resultados regionais (HORRIDGE; ROKICKI, 2017). O TERM-BR permite a agregação de regiões de acordo com o objeto de pesquisa. As demandas, os suprimentos, os preços e as quantidades são calculados para cada região separadamente. O comportamento dos agentes também é modelado (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2014). Esses detalhes permitem o relato dos resultados de acordo com as regiões de interesse dos formuladores de políticas.

A versão do modelo TERM-BR utilizado neste trabalho distingue: 15 regiões (Amazônia, Rondônia, Pará/Tocantins, Maranhão/Piauí, Bahia, Mato Grosso, Central, Pernambuco/Alagoas, Restante do Nordeste, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro/Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Santa Catarina/Rio Grande do Sul); 42 setores produtivos (os da matriz insumo-produto brasileira e os do Sistema de Contas Nacionais) e 52 produtos (Agropecuária produz 11 produtos e os demais setores produzem um único produto); 2 tipos de serviços de margem (de comércio e de transporte); 3 fatores de produção (trabalho, capital e terra, este último de uso exclusivo da Agropecuária); 10 tipos de ocupação; e 4 demandantes finais (famílias, governo, exportação e investimento) (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017). Os resultados, nesta aplicação do modelo, consideram os 6 biomas nacionais: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa.

O TERM-BR apresenta os seguintes mecanismos dinâmicos recursivos: (i) uma relação de estoque-fluxo entre investimento e estoque de capital, que assume um período de maturação de um ano; (ii) uma relação positiva entre investimento e taxa de lucro; e (iii) uma relação entre crescimento salarial e emprego regional, com variação na taxa de desemprego, pelo menos no curto prazo (FERREIRA FILHO; RIBERA; HORRIDGE, 2015).

Os modelos CGE têm por base uma tabela nacional de insumo/produto, que fornece grande parte dos coeficientes e parâmetros necessários para esses modelos. Os dados restantes podem ser obtidos por fontes diversas, como as Contas Nacionais, censos econômicos, outros trabalhos da literatura e, até mesmo, pressuposições feitas pelos autores a respeito dos valores do objeto em estudo. Os dados que servem de base aos modelos CGE são organizados por uma matriz de contabilidade social (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2009).

O modelo é calibrado para o ano de 2005, utilizando-se a Matriz de Insumo-Produto de 2005 e outras bases de dados oficiais. As mudanças no uso da terra e florestas, bem como suas emissões de GEE, são representadas no modelo com base em matrizes de transição calibradas com imagens de satélite fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

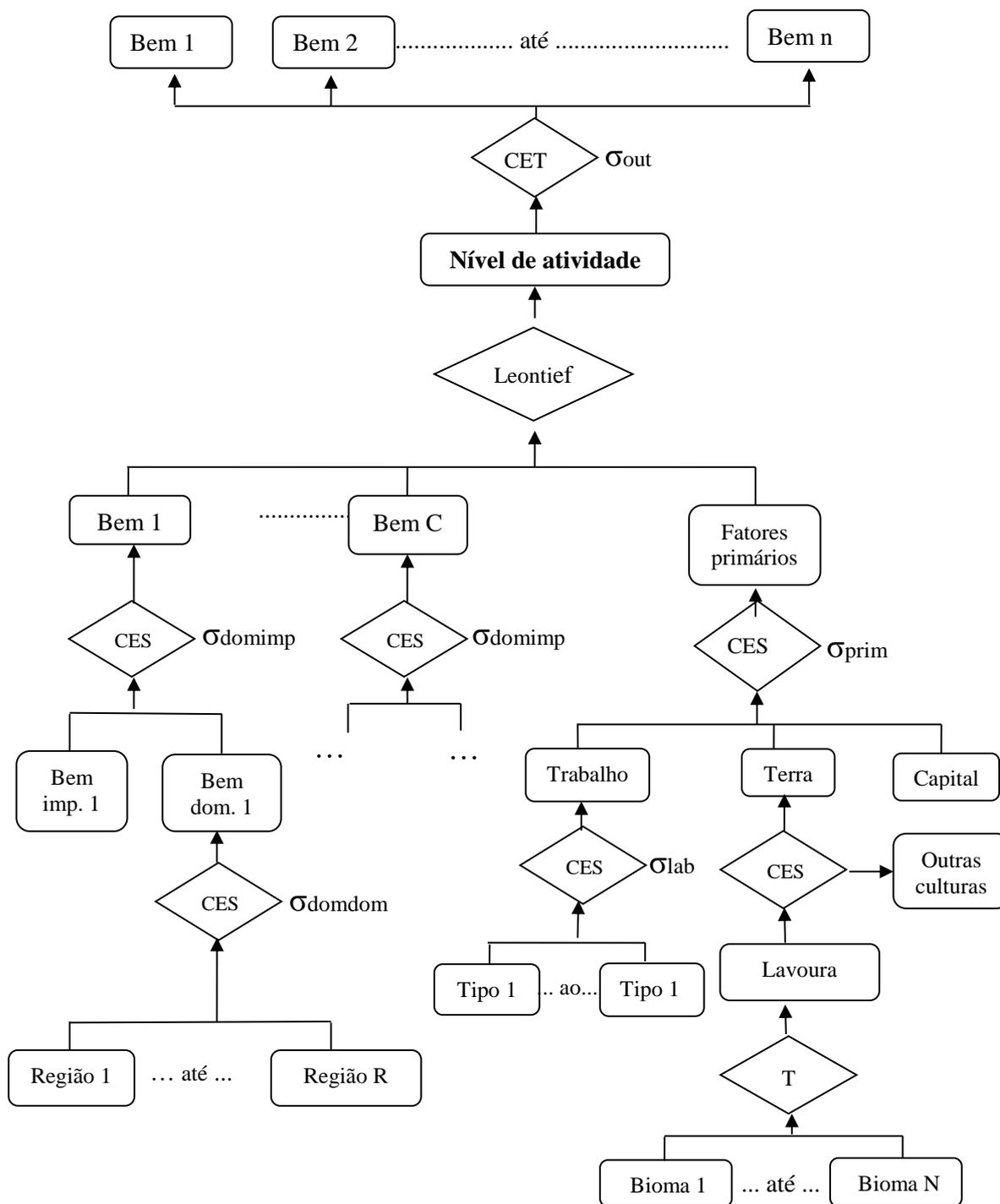
O número de categorias de uso do solo, com a incorporação das informações sobre os biomas, permite uma melhor representação da heterogeneidade do uso da terra e das emissões de GEE entre as diferentes regiões do País (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017). Do mesmo modo, a abordagem metodológica do modelo situa a agropecuária dentro de uma descrição consistente de toda a economia, que relaciona os resultados e os preços com

todos os setores, permitindo assim medir os impactos de todas as políticas que incidam sobre a produção agropecuária (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2014).

2.3.2 A Estrutura de Produção do TERM-BR

A estrutura de produção no TERM-BR é composta por um sistema hierárquico e está organizada em quatro níveis distintos, representando a produção de diversos bens e serviços na economia, conforme descrito na Figura 1 (HORRIDGE; 2011).

Figura 1 - Estrutura de produção do modelo TERM-BR.



Fonte: adaptado de Silva; Ruviano; Ferreira Filho (2017).

As empresas decidem o quanto produzir de cada bem no primeiro nível (superior) da árvore de produção, seguindo uma função com elasticidade de substituição constante (CET,

sigla em inglês), que induz a produção a favor de bens cujos preços relativos tenham aumentado (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

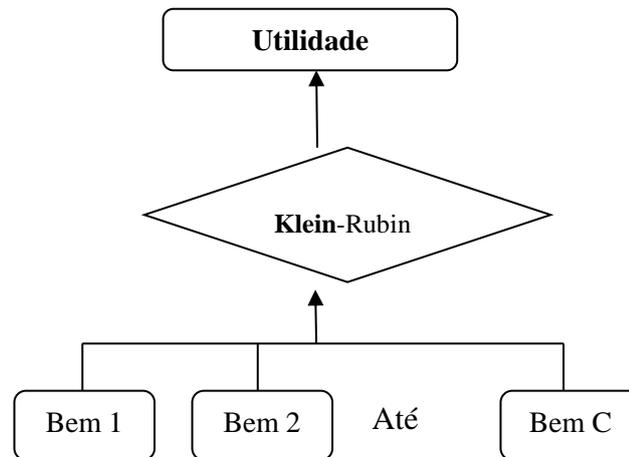
No segundo nível, os produtos compostos intermediários são combinados com fatores primários através de uma função de produção de Leontief. Essa função combina os elementos em proporções fixas, ou seja, os fatores primários e outros insumos complementam o processo de produção de bens e serviços. No terceiro nível, o bem intermediário composto é produzido através da combinação entre o bem doméstico e importado, enquanto o fator primário composto é produzido utilizando uma função *Constant Elasticity of Substitution* (CES). Nessa fase, os fatores primários (terra, capital e trabalho) também são combinados usando uma função CES, conduzida por uma elasticidade de substituição σ_{prim} . A utilização de funções CES nesse nível da estrutura de produção implica a adoção da hipótese de Armington na diferenciação de produtos quanto à origem, doméstica ou importada (HORRIDGE, 2011).

No último nível, um componente de trabalho é definido através de uma função CES. Essa função combina diferentes tipos de habilidades e classifica-as de acordo com os salários regionais. Nesse estágio, outros insumos também são representados pelas funções da CES, que compõem a área de produtos domésticos de várias regiões (SANTOS, 2006).

2.3.3 A Estrutura de Demanda no TERM-BR

No TERM-BR, há um conjunto de famílias representativas em cada região, que consome bens domésticos (das regiões da economia nacional) e bens importados (HORRIDGE, 2011). O tratamento da demanda doméstica é baseado em um sistema combinado de preferências *CES/Klein-Rubin* (ou *Stone-Geary*), conforme mostra a Figura 2. Assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada de acordo com essa função de utilidade. A *Klein-Rubin* permite a desagregação de bens de luxo e de subsistência (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

Figura 2 - Estrutura da demanda das famílias no modelo TERM-BR.



Fontes: adaptado de Horridge (2011).

Esse consumo doméstico de produtos nacionais e importados é modelado através das equações do Sistema de Despesas Lineares (SDL), enquanto a demanda intermediária é Leontief (coeficientes de insumo-produto fixos). Nessas equações, cada bem é descrito como função linear das despesas totais e dos preços de todos os bens. As equações resultantes são homogêneas de grau zero em preços e renda (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

As exportações de cada região no Brasil enfrentam um cronograma de demanda de exportação, obedecendo a uma função de elasticidade constante. As demandas de investimento são endógenas e as despesas do governo são exógenas (FERREIRA FILHO; SANTOS; LIMA, 2007).

2.3.4 A Política

No CF, está definido que todas as glebas agrícolas precisam manter e restaurar suas áreas de Reserva Legal. O maior passivo ambiental de RL se concentra nas bordas da Amazônia e no sul do Cerrado, onde há maior ocupação agrícola (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015a). Ademais, as regiões Norte e Nordeste vêm se destacando pelo desmatamento da VN nos estabelecimentos agropecuários (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

Assim, este trabalho simula os impactos econômicos e ambientais do cumprimento de apenas uma das formas (a outra é a compensação através da CRA) com que o produtor pode alcançar a conformidade com o CF, no caso, a restauração florestal.

Para gerar as simulações, é necessário quantificar o passivo ambiental, ou seja, o quanto da área dos biomas Cerrado e Amazônia usada na atividade agropecuária deverá ser reflorestada.

Os dados referentes aos valores do déficit de RL nos biomas Amazônia e Cerrado, utilizados nesta pesquisa, foram extraídos do estudo realizado por Freitas, Sparovek e Matsumoto (2016). Os autores, após quantificar e aplicar as reduções nas dimensões da RL (arts. 13, 15 e 67, do CF), identificaram, em cada bioma brasileiro, a extensão de RL nos imóveis rurais brasileiros que não está coberta por VN, o que foi considerado, portanto, como *déficit* de RL, conforme mostra a Tabela 3 (FREITAS; SPAROVEK; MATSUMOTO, 2016).

Tabela 3 - Análise da RL em relação ao tamanho de imóvel e bioma. Valores expressos em milhões de hectares (Mha).

	BIOMAS					
	Amazônia	Cerrado	M. Atlântica	Pantanal	Pampa	Caatinga
Reserva Legal (RL) Exigida pelo CF	121,31	54,15	20,67	3,34	3,16	15,98
RL com Vegetação Nativa	94,53	42,43	9,49	3,27	2,08	14,18
Redução de RL do Art. 13 do CF	11,95	1,65	0,00	0,01	0,00	0,00
Redução de RL do Art. 15 do CF	1,19	1,60	2,51	0,01	0,22	0,06
Redução de RL do Art. 67 do CF	9,18	3,44	5,79	0,03	0,30	1,61
<i>Déficit</i> de RL	4,47	5,03	2,88	0,02	0,55	0,13

Fonte: Adaptado de Freitas, Sparovek e Matsumoto (2016).

Infere-se da Tabela 3 que, apesar das reduções decorrentes da revisão do CF de 1965, ainda é necessária, para a conformidade com o CF, a restauração de 9,5 Mha de vegetação nativa nos biomas Amazônia (4,47 Mha) e Cerrado (5,03 Mha).

Desse modo, o choque consiste na aplicação de uma política ambiental que reduzirá em 4,47 Mha a atual área agropecuária do bioma Amazônia e, em 5,03 Mha, a do bioma Cerrado (Tabela 3).

O CF⁴, a fim de possibilitar a conformidade ambiental sem causar grandes impactos negativos no setor agropecuário, permite que a área desmatada ilegalmente seja gradualmente

⁴ A recomposição da Reserva Legal deverá atender aos critérios estipulados pelo órgão competente do Sisnama e ser concluída em até 20 (vinte) anos, abrangendo, a cada 2 (dois) anos, no mínimo 1/10 (um décimo) da área total necessária à sua complementação (BRASIL, 2012).

convertida em VN. Assim, assumiu-se, nesse estudo, que o produtor rural escolherá essa forma de restauração, por ser a menos onerosa dentre as disponíveis.

Para as simulações foram construídos dois cenários, um para cada bioma estudado. O Cenário 1 corresponde ao bioma Amazônia, onde gradativamente (a cada dois anos) foi aplicado um choque consistente na redução de 447 mil hectares de áreas produtivas (10% da área total), até o montante de 4,47 Mha. O Cenário 2 representa o bioma Cerrado, onde, a cada dois anos, foram reduzidos 503 mil hectares de sua área agropecuária (10% da área total), até o montante de 5,03 Mha. Em ambos os casos, a primeira redução foi aplicada em 31/05/2018 e a última, em 01/01/2036 (BRASIL, 2012). Estima-se, portanto, que a recuperação das áreas degradadas só será concluída e produzirá todos seus efeitos em 2038, conforme cronograma descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Cronograma de recuperação da VN de Reserva Legal nos biomas Amazônia (Cenário 1) e Cerrado (Cenário 2), de acordo com o permitido no artigo 66, § 2.º, do CF.

Período	Percentual Recuperado	Área Recuperada (acumulada).	
		Área de agropecuária convertida em <i>unused</i> (acumulada).	
		Amazônia Cenário 1	Cerrado Cenário 2
De 2018 a 2020	10%	447 mil hectares	503 mil hectares
De 2020 a 2022	20%	894 mil hectares	1,00 Mha
De 2022 a 2024	30%	1,34 Mha	1,50 Mha
De 2024 a 2026	40%	1,78 Mha	2,01 Mha
De 2026 a 2028	50%	2,23 Mha	2,51 Mha
De 2028 a 2030	60%	2,68 Mha	3,01 Mha
De 2030 a 2032	70%	3,12 Mha	3,52 Mha
De 2032 a 2034	80%	3,57 Mha	4,02 Mha
De 2034 a 2036	90%	4,02 Mha	4,52 Mha
De 2036 a 2038	100%	4,47 Mha	5,03 Mha

Fonte: adaptado de Brasil (2012) e Freitas, Sparovek e Matsumoto (2016).

Nas simulações, o TERM-BR retrata os aspectos econômicos da estrutura produtiva. Dessa forma, os choques utilizados na pesquisa já descontam a VN existente; portanto, só foram considerados os déficits que realmente devem ser restaurados pelos setores produtivos e que, por conseguinte, afetam o sistema econômico. O cálculo dos choques de política consiste nos percentuais que os setores agropecuários terão que reduzir na utilização do fator de produção terra para se adequarem às exigências da RL (DINIZ; FERREIRA FILHO, 2015).

Com os mecanismos de dinâmica recursiva do TERM-BR, é possível construir uma previsão de base plausível para o futuro. É possível, também, construir uma segunda previsão da política (choque), diferente da primeira, porque alguns instrumentos de política estão chocados com diferentes valores da base (como a restrição do uso de terra imposta pelo CF). Essa diferença pode ser interpretada como o efeito da mudança de política (FERREIRA FILHO; HORRIDGE, 2014).

Os exercícios de simulação apresentados no presente trabalho permitem ao leitor verificar como as limitações impostas pelo CF, ao aumentar as áreas “não utilizadas” e diminuir a área agropecuária, nos biomas Amazônia e Cerrado, podem influenciar as variáveis macroeconômicas e os resultados setoriais, além de captar os diferentes níveis de emissões de GEE associados ao uso do solo, em cada bioma estudado (SILVA; RUVIARO; FERREIRA FILHO, 2017).

2.3.5 O Fechamento do Modelo

O fechamento do modelo é a determinação de conjuntos de variáveis endógenas e exógenas nas simulações. Representa as hipóteses lançadas sobre a economia e seus ajustes aos choques (políticas). Os resultados da simulação dependem de quais variáveis são assumidas como exógenas ou endógenas (DIXON; RIMMER, 2008). Ele é responsável por promover o equilíbrio macroeconômico no modelo CGE.

O fechamento aplicado ao TERM-BR assumiu as seguintes premissas:

- Ocorre uma mudança salarial real que impulsiona o movimento de trabalho entre regiões e atividades (mas não entre categorias de trabalho). A oferta total de mão de obra é aumentada de acordo com projeções oficiais do IBGE;
- O capital acumulado entre os períodos segue a regra da dinâmica do investimento. Bem como, o estoque de capital é atualizado com base no preço do capital novo, ou seja, com o preço do início do período;
- O consumo regional está ligado à renda salarial regional e ao consumo doméstico nacional. Além disso, a demanda de gastos governamentais segue a demanda regional real das famílias;

- O índice nacional de preços do PIB é escolhido como o preço fixo do numerário. Os outros preços devem, portanto, ser interpretados como relativos ao índice de preços do PIB;
- A balança comercial brasileira é uma porcentagem do PIB real. Assim, no longo prazo, essa conta é próxima de zero; e
- As regiões do modelo foram divididas em seis grupos, cada um representando um bioma brasileiro.

Aplicou-se, também, um fechamento de longo prazo, em que a produção se ajusta endogenamente às novas condições de utilização do fator de produção terra.

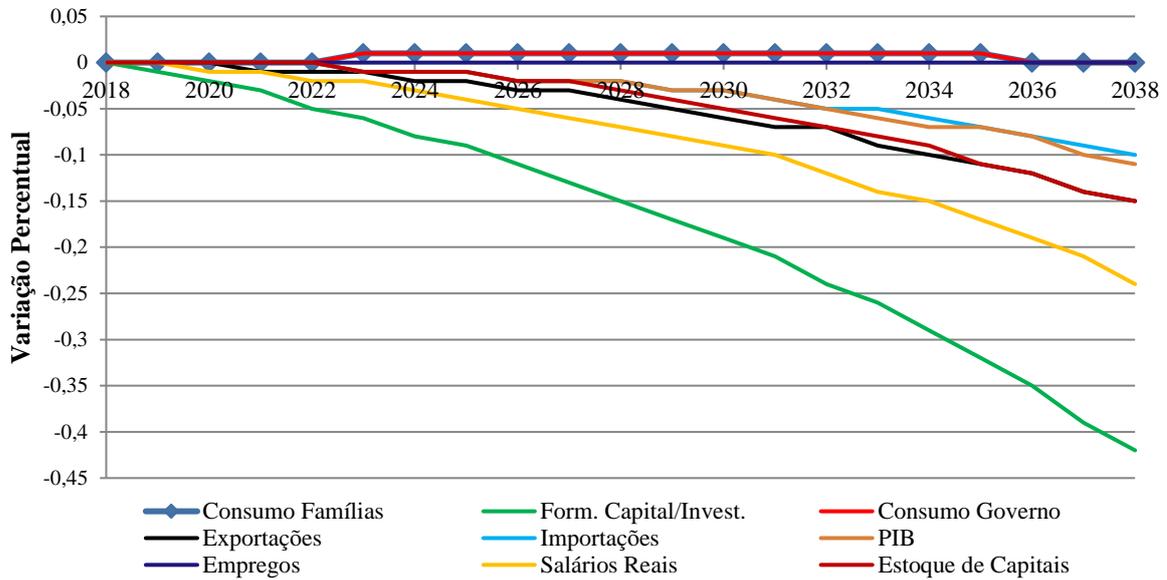
2.4 Resultados e Discussão

Os choques foram aplicados considerando que o proprietário irá recuperar a VN de RL no próprio imóvel onde ocorreu o desmate ilegal, ainda que isso implique a conversão de áreas usadas na agropecuária em VN. Assumiu-se, ainda, em razão dos custos envolvidos, que a recuperação da VN será realizada de forma gradativa, em até 20 anos, com início provável em 2018 e término previsto para 2038 (BRASIL, 2012).

Dessa forma, o cenário das simulações foi construído para representar um choque de longo prazo na economia dos estados que abrigam os biomas Amazônia e Cerrado, responsáveis por mais de dois terços dos déficits totais de RL (FREITAS et al., 2017). Logo, a análise dos resultados terá por base o ano de 2038, data prevista para o fim da implementação da política.

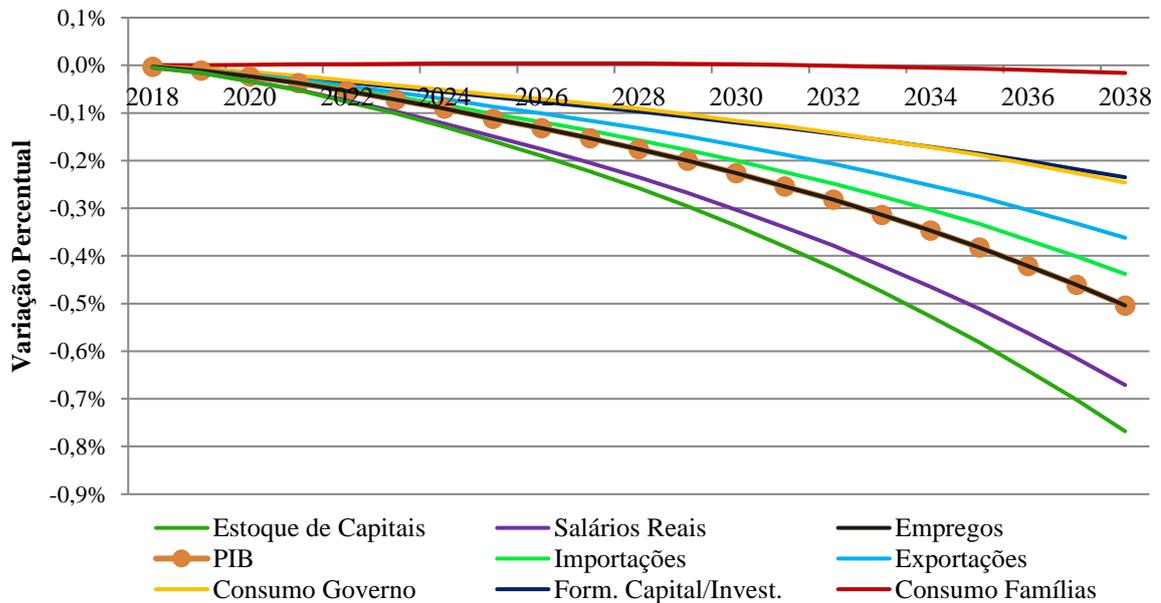
A observância da política prevista no CF consiste na obrigação de restaurar os 4,47 Mha de VN de RL no Bioma Amazônia e os 5,03 Mha no bioma Cerrado, que foram ilegalmente desmatados nas propriedades localizadas nesses biomas. Por resultarem na restrição do uso da terra, um dos principais insumos da atividade agropecuária, os resultados do modelo indicaram que essa política afeta negativamente as variáveis macroeconômicas brasileiras, conforme mostram as Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Impacto da recuperação da VN para RL, no Bioma Amazônia, nas variáveis macroeconômicas brasileiras. Desvios da política em relação ao cenário de referência, em variação percentual (%) acumulada entre 2018 e 2030.



Fonte: Resultados do modelo.

Figura 4 - Impacto da recuperação da VN para RL, no Bioma Cerrado, nas variáveis macroeconômicas brasileiras. Desvios da política em relação ao cenário de referência, em variação percentual (%) acumulada entre 2018 e 2030.



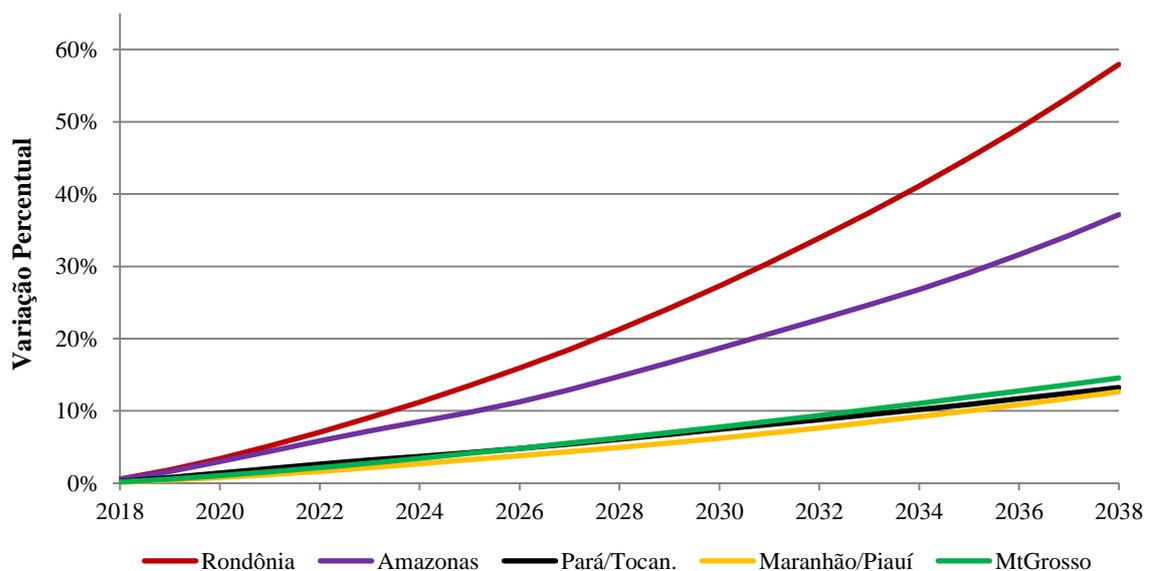
Fonte: Resultados do modelo.

O desempenho dos agregados macroeconômicos pode ser explicado pela variação na taxa de retorno do investimento, que determina a taxa de investimento, que, por sua vez,

determina o estoque de capital, conforme definido no fechamento do modelo. A redução do preço do capital gera uma redução na taxa de retorno, que, por sua vez, diminui a taxa de investimento, que reduz o estoque de capital, que reduz o produto e, portanto, o PIB. Com a redução do PIB, há também uma redução do consumo das famílias e, conseqüentemente, do consumo do governo. Assim, com a redução da renda e do consumo, haverá uma redução das importações.

De acordo com os resultados das simulações, a diminuição na área disponível para a agropecuária também provocou um aumento no preço da terra. Os estados de Rondônia e Amazonas, no bioma Amazônia, são os que apresentariam maior aumento percentual no valor da terra, 58% e 28% respectivamente (Figura 5).

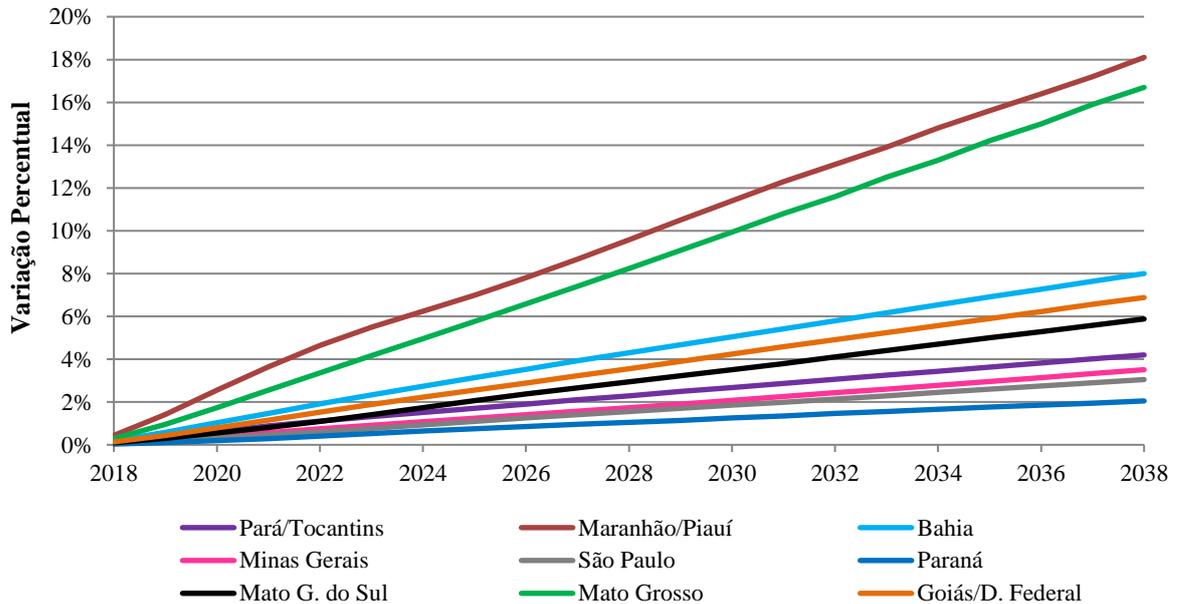
Figura 5 - Variação percentual do preço da terra, em relação ao cenário de referência, acumulada entre 2018-2038, nos estados que compõem a Região Amazônica.



Fonte: Resultados do modelo.

Os aumentos do preço da terra nos estados do bioma Cerrado seriam maiores nos estados do Maranhão e Piauí (18%) e no Mato Grosso (16%) (Figura 6), onde, como nos estados de Rondônia e Amazonas, a maior parte das terras disponíveis para agropecuária já estão sendo utilizadas.

Figura 6 - Variação percentual do preço da terra, em relação ao cenário de referência, acumulada entre 2018-2038, nos estados que compõem o bioma Cerrado.



Fonte: resultados do modelo.

A restrição na oferta de terra acaba por elevar o preço desse fator de produção. Por conseguinte, as atividades intensivas sofrem o impacto do encarecimento da terra e tendem a apresentar as maiores perdas em termos de produção, em especial, a atividade agropecuária.

No bioma Amazônia, a pecuária, tanto a leiteira como a de corte, seria a atividade com maiores reduções percentuais na produção (Tabela 5). Isso ocorreria em razão do modelo atualmente utilizado nesse sistema produtivo, baseado na criação extensiva, que exige grandes extensões de terras de pouco valor econômico.

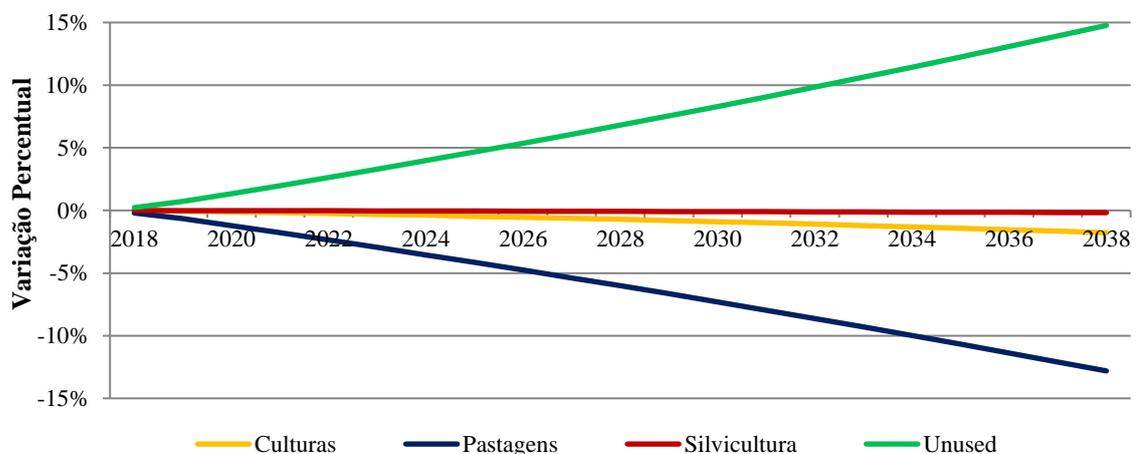
Tabela 5 - Variação percentual na produção agropecuária (toneladas/litros), em relação ao cenário de referência, após o choque político, nos estados que abrigam o bioma Amazônia, acumulada entre 2018-2038.

PRODUTO	AM	RO	PA/TO	MA	MT
Milho	-24,92	-8,20	-5,30	0,06	-2,05
Trigo	-51,58	-6,75	-4,73	-2,08	-2,50
Cana-de-açúcar	-2,28	-2,68	1,13	-0,34	0,17
Soja	-41,31	-1,40	-2,07	-1,27	-1,60
Mandioca	-26,14	4,06	3,12	2,57	1,20
Fumo	-20,87	1,60	-0,21	-0,66	-0,61
Algodão	-16,54	1,11	1,02	-0,22	-0,4
Frutas Cítricas	-23,87	2,97	0,56	-0,49	-1,04
Café	-19,34	0,13	0,82	-0,63	-0,94
Silvicultura	-38,88	-0,60	-8,85	-1,41	-1,48
Pecuária Corte	-76,74	-4,94	-12,71	2,63	-1,90
Pecuária Leiteira	-76,91	-1,57	-11,96	-0,10	-2,20

Fonte: Resultados do modelo.

A provável redução na produção pecuária, principalmente no estado do Amazonas (Tabela 5), pode ser explicada também pelo fato de que, de acordo com o modelo, os espaços ocupados por pastagens nessa região seriam responsáveis por cederem a maior parte da área necessária para a restauração da VN para áreas de RL, conforme demonstra a Figura 7. As pastagens apresentam valor inferior às terras já mecanizadas e propícias à agricultura, atividade que se torna mais lucrativa do que a pecuária.

Figura 7 – Variação percentual da relocação do uso da terra na Região Amazônica, em relação ao cenário de referência, após o choque da política, acumulada entre 2018 e 2038.



Fonte: Resultados do modelo.

A restrição do insumo terra também causaria a diminuição da produção agropecuária no bioma Cerrado. Os estados do Maranhão, Piauí, Bahia e Mato Grosso apresentariam as maiores quedas percentuais na produção agropecuária. O cultivo de arroz, principalmente nos estados do Maranhão e Piauí, é o que apresentaria maior queda percentual, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Variação percentual na produção agropecuária (toneladas/litros), em relação ao cenário de referência, após o choque político, nos estados que abrigam o bioma Cerrado, acumulada entre 2018-2038.

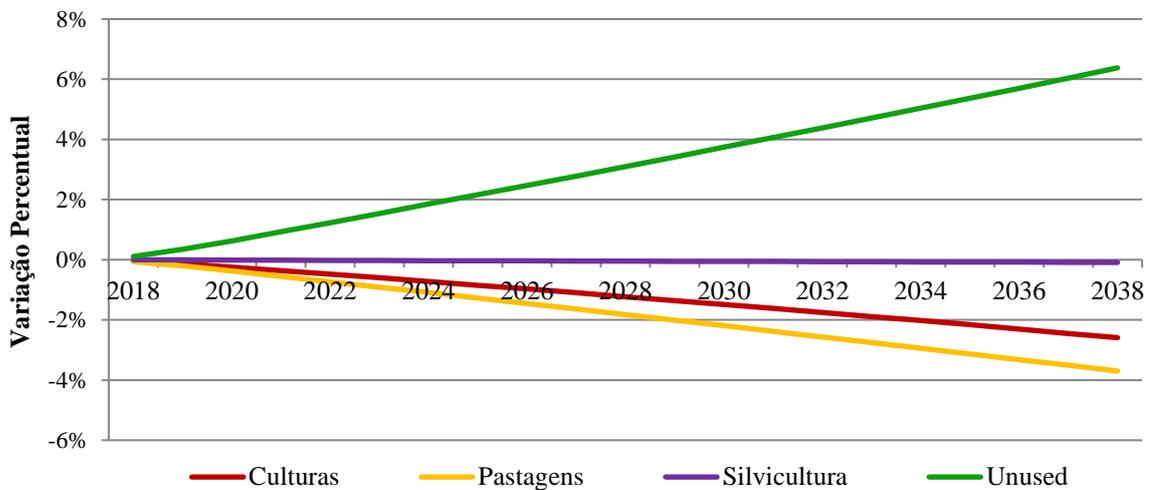
PRODUTO	PA/TO	MA/PI	BA	MT	GO/DF	MS	MG	SP	PR
Arroz	-4,49	-15,2	-10,8	-8,83	-0,79	0,57	-7,39	2,34	3,43
Milho	-0,44	-0,94	-1,21	-0,58	-0,22	0,18	-1,13	-0,15	0,06
Trigo	-2,00	-7,61	-10,3	-7,86	-1,95	-0,82	-7,19	-0,82	0,14
Cana-de-açúcar	0,17	0,94	-0,78	0,82	-0,08	-0,23	-0,33	-0,22	-0,22
Soja	-0,09	-4,15	-6,37	-4,93	-0,25	0,27	-3,67	-0,35	0,15
Mandioca	0,91	-1,85	-5,15	-3,15	0,29	0,62	-3,59	-0,24	0,24
Fumo	-0,41	-3,49	-3,37	-4,7	-0,79	-0,31	-4,69	-0,63	0,15
Algodão	3,53	2,24	-2,42	-0,64	2,25	2,36	-0,66	1,80	2,44
Frutas Cítricas	1,15	-0,85	-3,58	-3,59	0,47	0,70	-2,58	-0,24	0,66
Café	0,98	-0,23	-4,36	-2,51	0,72	0,94	-2,72	0,03	0,73
Silvicultura	-1,78	-14,7	0,30	-6,72	-0,66	1,52	-1,05	0,13	0,48
Pecuária	-1,75	-6,58	-0,31	-0,78	-1,83	0,06	-1,06	0,66	1,15
Pecuária de Leite	-1,38	-4,96	-0,73	-0,83	-1,84	0,15	-1,39	0,66	0,21

Fonte: Resultados do modelo.

Isso pode ser explicado pela extensão da área cultivada nesses dois estados, que são responsáveis por mais de 90% da produção de arroz na Região Nordeste. Na safra de 2016/17, nos dois estados, foram plantados 205,7 mil hectares de arroz, que produziram cerca de 402,2 mil toneladas do produto (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2017).

Assim, diferentemente do que poderia ocorrer no bioma Amazônia, onde as áreas de pastagens seriam as que mais cederiam espaço para a recuperação da VN da RL, no Cerrado as áreas destinadas ao cultivo também cederiam espaço para a constituição de VN. Isso ocorreria em razão da vocação agrícola do Cerrado, principalmente para a produção de grãos. Desse modo, espaços atualmente destinados às lavouras, como as de arroz, ainda que dotados de grande valor agregado, seriam substituídos por VN, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 – Variação percentual da relocação do uso da terra no bioma Cerrado, em relação ao cenário de referência, após o choque da política, acumulada entre 2018 e 2038.

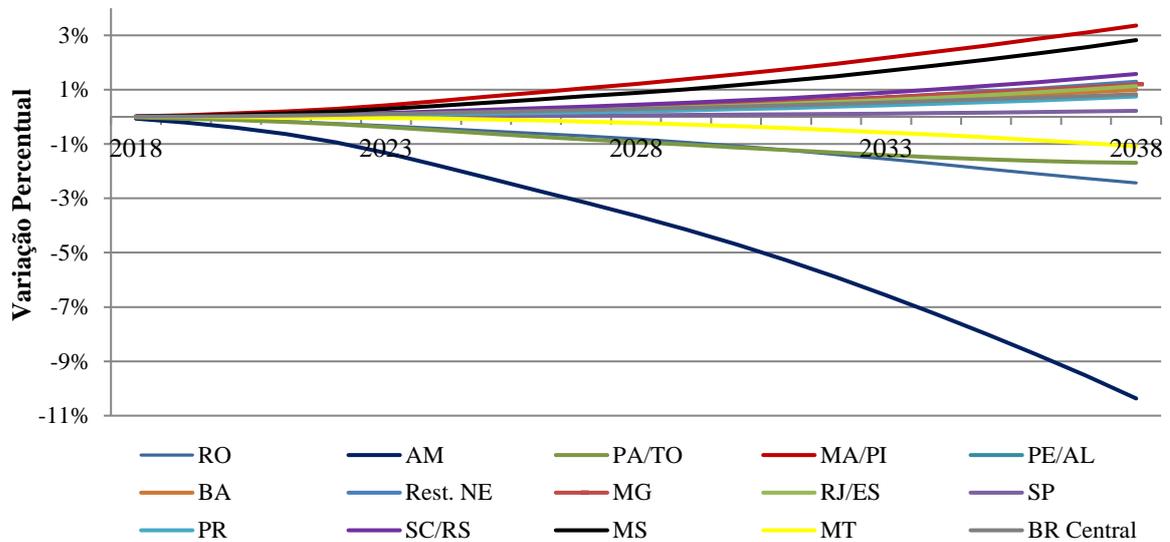


Fonte: Resultados do modelo.

A redução da produção também implica menor demanda por mão de obra e, conseqüentemente, redução dos salários pagos, principalmente nas regiões e atividades ligadas ao choque, em especial a agropecuária. Nesse sentido, a mão de obra migrará para regiões onde a remuneração é maior.

Os resultados das simulações indicam que as famílias da Região Amazônica migrariam em busca de maiores salários e relocação no mercado de trabalho, principalmente, para os Estados que compõe o Matopiba e o Mato Grosso do Sul, que também têm na agropecuária sua principal atividade econômica, conforme mostra a Figura 9.

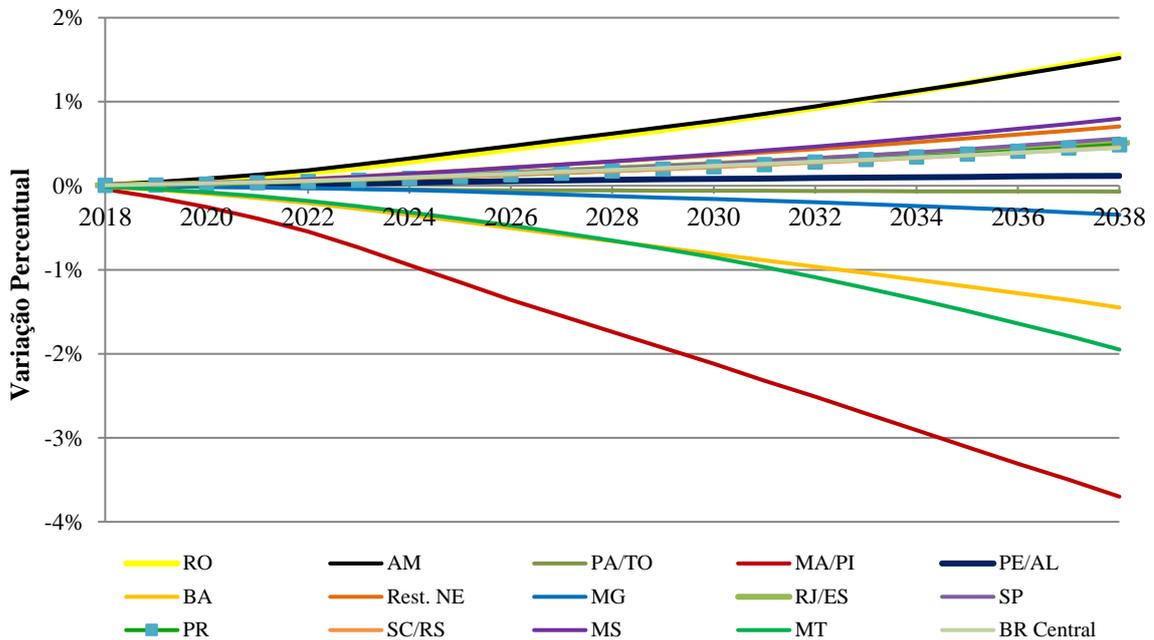
Figura 9 – Variação percentual da migração da força de trabalho em relação ao cenário de referência, entre os estados, acumulada de 2018 a 2038.



Fonte: Resultados do modelo.

A redução nas atividades econômicas ligadas ao uso intensivo da terra também liberaria mão de obra e causaria a queda do emprego nos estados do bioma Cerrado. Verificar-se-ia uma migração de trabalhadores do Maranhão, Piauí, Bahia e Mato Grosso para outros estados, principalmente para os localizados no bioma Amazônia, onde o setor produtivo também se baseia na produção agropecuária, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10 - Variação percentual da migração da força de trabalho, em relação ao cenário de referência, entre os estados, acumulada de 2018 a 2038.



Fonte: Resultados do modelo.

Do ponto de vista ambiental, os resultados do modelo indicam que a recuperação do déficit de RL, no bioma Amazônia, seria capaz de ajudar o Brasil a reduzir suas emissões em até 3,15 milhões tCO_{2e}. (além de cumprir seus compromissos de reflorestamento da VN), como se observa na Tabela 7.

Tabela 7 - Variação das emissões de CO_{2e}., em toneladas e por bioma, após o choque da política sobre o cenário de referência construído para a Região Amazônica, acumulada entre 2018 e 2038.

	Amazônia	Cerrado	Caatinga	M. Atlânt.	Pampa	Pantanal	Total
Culturas	-389.750	5.396	462	34,94	0,13	26	-383.829
Pastagem	-3.385.690	24.657	2.536	9.302	0,46	3.215	-3.345.978
Silvicultura	-1.867	33	-6	79,43	0,28	0	-1.760
Veg. Nativa	595.716	-11.381	3,	-1737	-16	-1.120	581.463
Total	-3.181.590	18.705	2.995	7.678	-15	2.121	-3.150.105

Fonte: resultados do modelo.

Todavia, a redução das emissões no bioma Amazônia impulsionaria as emissões no Cerrado (Tabela 7), em razão do provável direcionamento da nova expansão agrícola, que atualmente avança sobre os estados do Matopiba, principalmente na Região de Cerrado. Esses estados, que também têm sua economia baseada na agropecuária, possuem excedentes de terras

suficientes para abrigarem a demanda gerada pela recuperação das áreas de RL no bioma Amazônia.

Ademais, a imposição da restauração das áreas de RL na Região Amazônica, atualmente utilizadas na agropecuária, pode causar novos desmatamentos ilegais no próprio bioma. Conforme se observa na Tabela 7, as emissões da Vegetação Nativa terão um aumento de 595 mil tCO_{2e.}, o que pode indicar que os proprietários irão buscar maneiras para compensar e repor esse importante fator de produção, provavelmente pela abertura de novas áreas.

O modelo também sugere que novas áreas para agricultura poderão ser abertas em outros biomas. A implementação da política no bioma Cerrado poderá aumentar as emissões totais em 3,1 mil tCO_{2e.}, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Variação das emissões de CO_{2e.}, em toneladas e por bioma, após o choque da política sobre o cenário de referência construído para o bioma Cerrado, acumulada entre 2018 e 2038.

	Amazônia	Cerrado	Caatinga	M. Atlântica	Pampa	Pantanal	Total
Culturas	-155	11.768	-39,3	-4,72	-0,035	-4,42	11.565
Pastagens	-738	19.367	-1,31	-92,2	-0,358	-25,9	18.510
Silvicultura	-0,706	24,9	0,014	-3,45	-0,005	0	20,7
<i>Unused</i>	10.756	-38.836	361	614	0,04	129	-26.976
Total	9.863	-7.675	320	513	-0,359	98,7	3.120

Fonte: Resultados do modelo.

O provável aumento das emissões pode ser explicado pelo fato de que o bioma Cerrado está sob pressão. O desmatamento é legalmente permitido no bioma para expansão agropecuária. Desse modo, a redução da área produtiva no bioma Amazônia, para recuperação da VN, pode fomentar a abertura de novos espaços no bioma Cerrado.

Esse raciocínio vai ao encontro dos resultados disponibilizados pelo modelo. Enquanto a recuperação de 4,47 Mha de VN do bioma Amazônico promoveu a redução das emissões de GEE na ordem de 3,15 milhões tCO_{2e.} (Tabela 7), a restauração de 5,03 Mha de VN do bioma Cerrado aumentou as emissões totais em 3,1 mil tCO_{2e.} (Tabela 8).

Desse modo, além da restauração da VN para RL, prevista no CF, precisam ser criadas e aplicadas outras políticas que aproveitem melhor os potenciais ambientais do bioma Cerrado, como o Plano ABC, que desenvolve e financia ações para promoção de uma agricultura de baixa emissão de carbono. É fundamental, também, a criação de uma legislação

específica para regular os desmatamentos legais e controlar os ilegais. O Cerrado é o único bioma brasileiro sem legislação protetiva específica.

O cumprimento da obrigação de recuperar e manter a VN para constituição da RL florestal, nos biomas Cerrado e Amazônia, previsto no CF, causará impactos negativos nas variáveis macroeconômicas do Brasil. No entanto, como essa política será desenvolvida de forma gradual, não resultará em impactos econômicos negativos significativos.

É o que se pode observar quando da análise da influência da política no PIB brasileiro. Os resultados indicaram que a recuperação de 5,03 Mha de floresta Amazônica pode custar 0,11% do PIB (Figura 3). Já a restauração de 4,47 Mha de VN do bioma Cerrado sairia ao custo de 0,5% do PIB (Figura 4). Ou seja, a recuperação de 9,5 Mha de florestas, equivalente a mais de dois terços do total de VN que deve ser recuperado em todo território nacional, custaria ao Brasil menos de 1% de seu PIB. Os custos da adequação ao CF podem, portanto, ser incorporados pela sociedade, uma vez que a aplicação dessa política trará benefícios de longo prazo, já que estamos tratando de clima. Logo, do ponto de vista econômico e social, mostram-se viáveis a recuperação de 4,47 Mha de VN ilegalmente desmatados no bioma Amazônia e a de 5,03 Mha ilegalmente desmatados no bioma Cerrado.

2.5 Considerações Finais

Este trabalho apresentou os principais impactos econômicos e ambientais de um instrumento do Código Florestal (CF): a obrigação de recuperar e manter um percentual de VN nos imóveis rurais para Reserva Legal (RL), nos biomas Amazônia e Cerrado. Para isso, utilizou-se o modelo computável de equilíbrio geral TERM-BR. O modelo simulou os desdobramentos econômicos e ambientais dessa política em dois cenários: um para o bioma Amazônia e outro para o bioma Cerrado.

No primeiro cenário, foi aplicado um choque consistente na redução de 4,47 Mha nas áreas produtivas dos estados que abrigam o bioma Amazônia. No segundo cenário, aplicou-se uma redução de 5,03 Mha nas áreas produtivas das propriedades localizadas no Cerrado.

Os resultados indicaram, em ambos os cenários, que os choques são capazes de causar impactos negativos nas variáveis macroeconômicas do Brasil, principalmente na formação de capital e no estoque de capitais, em razão da restrição do fator de produção terra.

Verificou-se, também, uma provável queda na produção de determinados produtos agrícolas e um provável aumento no valor da terra nos estados atingidos pelos choques. Constatou-se, ainda, em ambos os cenários, que a queda na produção liberaria mão de obra que migraria para outros estados onde são desenvolvidas atividades econômicas ligadas ao uso da terra.

No que concerne à preservação ambiental, observou-se que a recuperação da VN, para constituição da RL, no bioma Amazônia, seria responsável pela redução de emissões de GEE na ordem de 3,15 milhões tCO₂e. Já a restauração de 5,03 Mha de VN do bioma Cerrado permitiria a redução de 7,67 mil tCO₂e. As áreas de pastagem seriam as que mais cederiam espaço para a recuperação da VN, principalmente no bioma Amazônia.

Apesar de promover reflexos econômicos significativos na produção agropecuária e na oferta de emprego nos estados localizados na Amazônia e no Cerrado, de uma maneira geral, podemos concluir que a obrigação de recuperar a VN para constituição da RL florestal causará impactos pouco acentuados e que a economia poderá internalizar tais custos. A observância desse instrumento político do CF, de acordo com os resultados do modelo, comprometeria menos de 1% do PIB do país.

O CF, além da obrigação da restauração e manutenção da VN para constituição da RL, também apresenta outras ferramentas de regulação ambiental, como a obrigação de preservar e recuperar a VN das áreas de preservação permanente (APP), que são fundamentais, principalmente para a hígidez dos cursos d'água. Pretende-se, assim, em estudos futuros, analisar os impactos econômicos e ambientais da restauração e manutenção das APPs em todo território brasileiro.

Por fim, vale destacar que o emprego isolado dos instrumentos do CF pode não ser suficiente para o cumprimento das metas assumidas pelo Brasil no contexto internacional, bem como para promover a mudança exigida pelo mercado, consistente na mudança do atual sistema produtivo para um de baixo carbono. Assim, para alcançar seus objetivos, o Brasil precisa desenvolver ações políticas e institucionais coordenadas. O CF deve ser complementado pelo mecanismo de REDD, que, por sua vez, deve ter apoio financeiro do Plano ABC, e assim por diante.

2.6 Referências Bibliográficas

ALARCON, G. G.; YOHANNES, A.; FANTINI, A. C.; FARLEY, J.; SCHIMITT FILHO, A.; KOELLNER, T. Weakening the Brazilian legislation for forest conservation has severe

- impacts for ecosystem services in the Atlantic Southern Forest. **Land Use Policy**, v. 47, p. 1-11, set. 2015.
- BABATUNDE, K. A.; BEGUM, R. A.; SAID, F. F. Application of computable general equilibrium (CGE) to climate change mitigation policy: a systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 78, p. 61-71, out. 2017.
- BANERJEE, O.; CICOWIEZ, M.; HERRIDGE, M.; VARGAS, R. A conceptual framework for integrated economic–environmental modeling. **Journal of Environment & Development**, v. 25 (3), p. 276-305, jul. 2016.
- BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, sup. 1, p. 1-15, abr. 2016.
- BRASIL. **Lei n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis ns. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1993, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis ns. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Palácio do Planalto. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm>. Acessado em: 10 jun. 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra Brasileira, grãos, v. 4, safra 2016/17, maio de 2017**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/conab-preve-supersafra-de-232-milhoes-de-toneladas-de-graos/boletim-graos-maio-2017.pdf>>. Acessado em: 24 mai. 2018.
- COUTINHO, M. P.; MEDEIROS, J. D.; SORIANO, E.; LONDE, L. R.; LEAL, P. J. V.; SAITO, S. M. O Código Florestal atual (Lei Federal n. 12.651/2012) e suas implicações na prevenção de desastres naturais. **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 2, p. 237-356, jul./dez. 2013.
- DINIZ, T.; FERREIRA FILHO, J. B. Impactos econômicos do Código Florestal brasileiro: uma discussão à luz de um modelo computável de equilíbrio geral. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 02, p. 229-250, abr./jun. 2015.
- DIXON, P. B.; KOOPMAN, R. B.; RIMMER, M. The MONASH Style of Computable General Equilibrium Modeling: a framework for practical policy analysis. In: DIXON, P. B.; JORGENSEN, D. W. (Ed.). **Handbook Of Computable General Equilibrium Modeling**, v. 1A and 1B. Oxford: Elsevier, 2013. Cap. 2.
- DIXON, P. B.; RIMMER, M. T. **Dynamic General Equilibrium Modelling for forecasting and policy: a practical guide and documentation of Monash**. Melbourne: Emerald, 2008.
- FERREIRA FILHO, J. B. S. Introdução aos modelos aplicados de equilíbrio geral: conceitos, teoria e aplicações. CRUZ, B. O et al. (org.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília: Ipea, 2011. Cap. 12.

- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Land Use Policy**, v. 36, p. 595-604, jan. 2014.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Would trade liberalization help the poor of Brazil? **Agricultural Distortions Working Paper**, v. 106, jun. 2009.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; SANTOS, C. V.; LIMA, S. M. **Tax reform, income distribution and poverty in Brazil**: an applied general equilibrium analysis. SSRN, out. 2007. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1013419>. Acessado em: 10 jun. 2017.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; RIBERA, L.; HORRIDGE, M. Deforestation control and agricultural supply in Brazil. **Agricultural and Applied Economics**, Oxford University Press, v. 97 (2), p. 589-601, mar. 2015.
- FREITAS; F. L. M.; SPAROVEK, G.; MATSUMOTO, M. H. . A adicionalidade do mecanismo de compensação de reserva legal da lei n. 12.651/2012: Uma análise da oferta e demanda de cotas de reserva ambiental. In: SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R.; SAMBUICHI, R. H. R. (org.). **Mudanças no código florestal brasileiro**: desafios para a implementação da nova lei. Rio de Janeiro: IPEA, 2016. Cap. 5.
- FREITAS, F. L. M.; SPAROVEK, G.; MÖRTBERG, U.; SILVEIRA, S.; KLUG, I.; BERNDES, G. Offsetting legal deficits of native vegetation among Brazilian landholders: Effects on nature protection and socioeconomic development. **Land Use Policy**, v. 68, p. 189-199, nov. 2017.
- GUSSO, D. A. Apresentação do capítulo 12: nota sobre modelos macroeconômicos de simulação e avaliação - SAM e CGE. CRUZ, B. O et al. (org.). **Economia regional e urbana**: teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011. Cap. 12.
- HARRISON, W. J.; PEARSON, K. R. **An introduction to GEMPACK**. GEMPACK Document n. 1, Monash University, Clayton, 6^a ed., oct. 1996. Disponível em: <<http://www.monash.edu.au/policy/gpdoc.htm>>. Acessado em: 10 jun. 2017.
- HORRIDGE, M.; ROKICKI, B. The impact of European Union accession on regional income convergence within the Visegrad countries. **Regional Studies**, Cornell University, jul. 2017.
- HORRIDGE, M. **The TERM model and its data base**. Centre of Policy Studies, Monash University, v. G-219, jul. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-007-2876-9_2>. Acessado em: 10 jun. 2017.
- KRÖGER, M. Inter-sectoral determinants of forest policy: the power of deforesting actors in post-2012 Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 77, p. 24-32, abr. 2017.
- LA ROVERE, E. L.; JÚNIOR A. O. P.; DUBEUX, B. S.; WILLS, W. Climate change mitigation actions in Brazil. **Climate and Development**, v. 6, mar. 2014.
- LA ROVERE, E. L. Low-carbon development pathways in Brazil and ‘Climate Clubs’. **WIREs Clim Change**, v. 8, jan./fev. 2017.

MACHADO, F. **Código Florestal: um tema, muitas paixões**. In: GESISKY, J. (org.). **Código Florestal Brasileiro: haverá futuro?**. Brasília (DF): WWF Brasil, 2017. 104 p.

MAY, P. H.; BERNASCONI, P.; WUNDER, S.; LUBOWSKI, R. Cotas de reserva ambiental no novo código florestal brasileiro. **Center for International Forestry Research (CIFOR)**, paper n. 131, 2015. Disponível em: <<https://www.cifor.org/library/5609/environmental-reserve-quotas-in-brazils-new-forest-legislation-an-ex-ante-appraisal/>>. Acessado em: 05 jun. 2017.

NARAYANAN, B. G.; HERTEL, T. W.; HORRIDGE, J. M. Disaggregated data and trade policy analysis: the value of linking partial and general equilibrium models. **Economic Modelling**, v. 27, issue 3, p. 755-766, mai. 2010.

NESHEIM, I.; REIDSMA, P.; BEZLEPKINA, I.; VERBURG, R.; ABDELADHIM, M. A.; BURSZTYN, M.; CHEN, L.; CISSÉ, Y.; FENG, S.; GICHERU, P.; KÖNIG, H. J.; NOVIRA, N.; PURUSHOTHAMAN, S.; RODRIGUES-FILHO, S.; SGHAIER, M. Causal chains, policy trade offs and sustainability: analysing land (mis)use in seven countries in the South. **Land Use Policy**, v. 37, p. 60-70, mar. 2014.

NUNES, F. S. M.; SOARES-FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MERRY, F. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. **IOPscience**, abr. 2017. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa6658/meta>>. Acessado em: 10 jun. 2017.

OBSERVATÓRIO DO CÓDIGO FLORESTAL (OCF). **Código Florestal Brasileiro: avaliação 2012-2016**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.observatorioflorestal.org.br/sites/default/files/codigoflorestal_avaliacao2012.2016_ocf_ipam.pdf>. Acessado em: 10 fev. 2017.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. S. **Cotas de reserva ambiental (CRA): viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: Ed. IGC/UFMG, 2015a. 72 p.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. S. Políticas undermine Brazil's GHG goals. **Science**, v. 350, i. 6260, p. 519, out. 2015b.

SANTOS, C. V.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Efeitos potenciais da política tributária sobre o consumo de alimentos e insumos agropecuários: uma análise de equilíbrio geral inter-regional. **Revista RER**, v. 45, n. 04, p. 921-962, out./dez. 2007.

SANTOS, C. V. **Política tributária, nível de atividade econômica e bem-estar: lições de um modelo de equilíbrio geral inter-regional**. 2006. 139 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-10052006-152813/pt-br.php>>. Acessado em: 10 jun. 2017.

SANTOS, M.; FERREIRA FILHO, J. B. S.; VIERA FILHO, J. E. R.; YWATA, A. X. C. Impactos econômicos do novo Código Florestal na produção agropecuária brasileira. In:

Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 55º, 2017, Santa Maria (RS).

SCARAMUCCI, J. A.; PERIN, C.; PAULINO, P.; BORDONI, O. F. J. G.; CUNHA, M. P.; CORTEZ, L. A. B. Energy from sugarcane bagasse under electricity rationing in Brazil: a computable general equilibrium model. **Energy Policy**, v. 34, issue 9, p. 986-992, jun. 2006.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Cadastro ambiental rural**: boletim informativo, dados até 16 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/car/boletim-do-car/3294-boletim-informativo-janeiro-de-2018/file>>. Acessado em: 20 fev. 2018.

SHOVEN, J. B. WHALLEY, J. **Applying General Equilibrium**. Cambridge University Press, 1992. 312 p.

SHOVEN, J. B.; WHALLEY, J. Applied General-Equilibrium Models of taxation and international trade: na introduction and survey. **Journal of Economic Literature**, v. 22, n. 3, p. 1007-1051, set. 1984.

SILVA, J. G.; RUVIARO, C. F.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Livestock intensification as a climate policy: Lessons from the Brazilian case. **Land Use Policy**, v. 62, p. 232-245, mar. 2017.

SOARES-FILHO, B. S. **Impacto da revisão do Código Florestal**: como viabilizar o grande desafio adiante? Secretaria de Assuntos Estratégicos do Brasil (SAE), 2013. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/artigo-codigo-florestal_britaldo_soares_sae_2013pdf.pdf>. Acessado em: 10 jun. 2017.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, issue 6182, p. 363-364, abr. 2014.

SPAROVEK, G.; ANTONIAZZI, L. B.; BARRETTO, A.; BARROS, A. C.; BENEVIDES, A.; BERNDDES, G.; BRAGA, E. P.; CALMON, M.; GROKE JR., P. H.; MARQUES, F. N. A.; NOGUEIRA, M. P.; PINTO, L. F. G.; PRECIOSO, V. Sustainable bioproducts in Brazil: disputes and agreements on a common ground agenda for agriculture and nature protection. **Biofuels Bioproducts & Biorefining – Biofpr**, v. 10, issue 3, p. 204-221, mai./jun. 2016.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; MATSUMOTO, M.; BERNDDES, G. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environmental Science & Technology**, ago. 2015.

SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65-72, fev. 2012.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; MATSUMOTO, M.; BERNDDES, G. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environmental Science & Technology**, v. 49, ago. 2015.

TANG, L.; SHI, J.; YU, L.; BAO, Q. Economic and environmental influences of coal resource tax in China: a dynamic computable general equilibrium approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 117, Part A, p. 34-44, fev. 2017.

VIOLA, E. Brazilian climate policy since 2005: continuity, change and prospective. **Revista CEPS**, n. 373, fev. 2013.

WING, I. S. Computable General Equilibrium models and their use in economy-wide policy analysis. MIT **Joint Program on the Science & Policy of Global Change Technical**, note n. 6, Cambridge MA, 2004. Disponível em: <rri.wvu.edu/CGECourse/Sue%20Wing.pdf>. Acessado em: 10 nov. 2017.