

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

FÁBIO MARTINS DE LIMA

ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: DESAFIOS AO
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

DOURADOS-MS
2022

FÁBIO MARTINS DE LIMA

**ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: DESAFIOS AO
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**

Linha de Pesquisa: Bioeconomia.

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Agronegócios
da Universidade Federal da Grande Dourados
– Faculdade de Administração, Ciências
Contábeis e Economia, para obtenção do
Título de Mestre em Agronegócios.

Orientador:

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Coorientador:

Prof. Dr. Leandro Vinícios Carvalho

Coorientadora:

Profa. Dra. Roselaine Bonfim de Almeida

DOURADOS-MS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L732a Lima, Fabio Martins De

Adequação Ambiental e Governança Climática: Desafios ao Agronegócio Brasileiro. [recurso eletrônico] / Fabio Martins De Lima. -- 2022.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva.

Coorientadores: Leandro Vinícios Carvalho, Roselaine Bonfim de Almeida.

Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2022.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Agronegócio. 2. Mudanças Climáticas. 3. Política Ambiental. 4. Política Climática. 5. Código Florestal. I. Silva, Jonathan Gonçalves Da. II. Carvalho, Leandro Vinícios. III. Almeida, Roselaine Bonfim De. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



UFGD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR **FÁBIO MARTINS DE LIMA**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONEGÓCIOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO “AGRONEGÓCIOS E SUSTENTABILIDADE”.

Ao sexto dia do mês de setembro de dois mil e vinte e dois, às 09h00, em sessão pública, realizou-se no Núcleo de Pesquisa em Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada “ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: DESAFIOS AO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO” apresentada pelo mestrando Fábio Martins de Lima, do Programa de Pós-Graduação em AGRONEGÓCIOS, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva/UFGD (Presidente/Orientador), Prof. Dr. Rafael Martins Noriller/UFGD (Membro Interno), Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Farias de Souza Nogueira/UFGD (Membro Externo) e Prof. Dr. Milton Parron Padovan/EMBRAPA (Membro Externo). 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**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dourados-MS, 06 de setembro de 2022.

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Prof. Dr. Rafael Martins Noriller

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida Farias de Souza Nogueira

Prof. Dr. Milton Parron Padovan

ATA HOMOLOGADA EM: 06/09/2022, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA / UFGD.

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 SUSTENTABILIDADE

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

Às 09 h do dia 06 de setembro de 2022, participei de forma síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da Banca de Defesa de Mestrado do candidato **Fábio Martins de Lima**, 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. Dr. Milton Parron Padovan
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua benção e proteção concedida para a realização desse sonho.

Aos meus pais, Maria Noêmia e Damião, por ter me concedido os valores que formaram o meu caráter e o meu agir, sempre conduzido pelo amor, honestidade e lealdade.

Agradeço a minha esposa Simone, por sua paciência e dedicação durante toda essa caminhada acadêmica, sempre me incentivando a progredir na vida pessoal, profissional e acadêmica. Esta conquista também é sua!

Ao meu filho Felipe, presença de Deus em minha vida, motivo de minha busca pelo conhecimento para um dia também compartilhar com o nosso próximo.

Aos Professores Jonathan, Leandro e Roselaine, pelos ricos ensinamentos, paciência e dedicação para execução e conclusão deste trabalho. A minha gratidão por tê-los como orientadores.

Por fim, os meus agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da UFGD pela oportunidade de ter feito parte desta estimada equipe de pesquisadores.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	10
GENERAL ABSTRACT	11
LISTA DE TABELAS.....	15
LISTA DE FIGURAS	16
LISTA DE QUADROS	17
REFERÊNCIAS	21
Artigo 1 - Governança da Política Climática e o Agronegócio Brasileiro	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. Produção e Mitigação das Emissões de GEE na Agropecuária Brasileira	28
3. A Agropecuária no Contexto da Governança Ambiental Nacional	37
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	52
Artigo 2 – Análise Econômica da Restauração de Áreas de Reserva Legal Degradadas em Propriedades Rurais	60
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	64
2.1 Revisão Teórica	64
2.1.1 Evolução do Código Florestal e os Mecanismos de Proteção das Vegetações Nativas.....	64
2.1.2 O Déficit de Reserva Legal e as Modalidades de Restauração Previstas no Código Florestal.....	69

2.2 Revisão de Literatura.....	74
3. METODOLOGIA.....	79
3.1 Área de Estudo.....	80
3.2 Coleta de Dados.....	81
3.3 Cálculos do Custo de Oportunidade da Regeneração Natural e da Cota de Reserva Ambiental	82
4. RESULTADOS	84
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE – Esquema de Negociação de CRA em Bolsa de Valores.....	105

ADEQUAÇÃO AMBIENTAL E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: DESAFIOS AO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

RESUMO GERAL

Este trabalho propôs-se analisar a governança da política climática em relação às metas previstas nos acordos internacionais, e os desafios de adequação ambiental no contexto do agronegócio brasileiro. Para atender o objetivo proposto os resultados obtidos foram apresentados e discutidos sob a forma de dois artigos. O primeiro artigo avaliou os eventuais efeitos da condução da governança da política climática sobre os descumprimentos das metas previstas nos acordos internacionais, e quais efeitos poderiam ter sobre o agronegócio brasileiro entre 2009 e 2021. Nesse período, a agricultura cresceu 46,85% no bioma Cerrado e 11% no bioma Amazônia. Contudo, essa expansão sofre contestações devido às atividades do setor de Mudanças e Uso da Terra, a exemplo do desmatamento que cresceu de cerca de 60% na Amazônia. Além disso, as emissões nacionais de gases de efeito estufa (GEE) ficaram 5% acima da meta estipulada pela Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). As alterações na governança da PNMC ocasionadas por decisões políticas nos últimos anos prejudicaram a condução do controle do desmatamento e das queimadas no país. Outro instrumento de mitigação de GEE afetado pela mudança na agenda ambiental do país foi a manutenção de área de reserva legal em propriedades rurais, cujo déficit é estimado em 19 milhões de hectares no Brasil. Nesse sentido, o segundo artigo analisou o impacto na rentabilidade da produção, comparando os custos de recuperação e compensação de área de reserva legal em propriedades rurais, tendo como referência a aquisição de cota de reserva ambiental, negociada em bolsa de valor, conforme previsto no Código Florestal. Tomando como caso de estudo as culturas da soja e do milho, para a região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul, os resultados indicaram que as culturas sofreram queda na rentabilidade, onde a regeneração natural teve um custo de oportunidade por hectare semelhante à rentabilidade da produção das culturas, sendo a alternativa mais onerosa ao produtor. A compensação através da aquisição de cota de reserva ambiental se mostrou mais vantajosa economicamente, ao comparar os custos de produção das culturas com a finalidade de regularizar ambientalmente a propriedade rural.

Palavras-chave: Agronegócio; Mudanças Climáticas; Política Ambiental; Política Climática; Código Florestal.

ENVIRONMENTAL ADEQUACY AND CLIMATE GOVERNANCE: CHALLENGES TO BRAZILIAN AGRIBUSINESS

GENERAL ABSTRACT

This work proposed to analyze the governance of climate policy in relation to the goals set out in international agreements, and the challenges of environmental adequacy in the context of Brazilian agribusiness. To meet the proposed objective, the results obtained were presented and discussed in the form of two articles. The first article evaluated the possible effects of the conduct of climate policy governance on non-compliance with the targets set in international agreements, and what effects they could have on Brazilian agribusiness between 2009 and 2021. In this period, agriculture grew 46.85% in the Cerrado biome and 11% in the Amazon biome. However, this expansion is challenged by the activities of the Land Use and Change sector, such as deforestation, which grew by about 60% in the Amazon. In addition, the national emissions of greenhouse gases (GHG) were 5% above the target set by the National Policy on Climate Change (PNMC). Changes in the governance of the PNMC caused by political decisions in recent years have undermined the control of deforestation and fires in the country. Another GHG mitigation instrument affected by the change in the country's environmental agenda was the maintenance of legal reserve areas in rural properties, whose deficit is estimated at 19 million hectares in Brazil. In this sense, the second article analyzed the impact on the profitability of production, comparing the costs of recovery and compensation of legal reserve area in rural properties, taking as a reference the acquisition of environmental reserve quota, traded on stock exchange, as provided in the Forest Code. Taking the soybean and corn crops as a case study, for the Center-South region of Mato Grosso do Sul, the results indicated that the crops suffered a drop in profitability, where natural regeneration had an opportunity cost per hectare similar to the profitability of crop production, being the most expensive alternative for the producer. The compensation through the acquisition of an environmental reserve quota proved to be more economically advantageous, when comparing the production costs of crops with the purpose of environmentally regularizing the rural property.

Keywords: *Agribusiness; Climate Change; Environmental Policy; Climate Policy; Forest Code.*

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
APP	Área de Preservação Permanente
ARL	Área de Reserva Legal
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BI	Bioinsumos
BVRIO	Bolsa de Madeira Responsável
CAMEX	Câmara de Comércio Exterior
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCN	Carne Carbono Neutro
Cenabac	Comissão Executiva Nacional do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CF	Código Florestal
CNA	Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil
CO	Custo de Oportunidade
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Conaveg	Comissão Executiva para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa
COP	Conferência das Partes
CRA	Cota de Reserva Ambiental
CTABC	Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura
Eco-92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESG	Ambiental, Social e Governança
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FP	Florestas Plantadas
GEE	Gases de Efeito Estufa
IL	Índice de Lucratividade
ILPF	Integração de Lavoura Pecuária e Floresta
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPF	Integração Pecuária-Floresta
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAPBIOMAS	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil
Matopiba	Confluência dos Estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
Mha	Milhões de Hectares
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRPA	Manejo de Resíduos de Produção Animal
MtCO ₂ e	Milhões de Toneladas de CO ₂ Equivalente
MUT	Mudanças e Uso da Terra
NAMAs	Ações Nacionalmente Apropriadas
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONGs	Organizações Não Governamentais
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação
Plano ABC	Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas
Plano ABC+	Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixas Emissão de Carbono na Agropecuária
PN	Ponto de Nivelamento
PNMC	Política Nacional de Mudança do Clima
PPCDAM	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPCerrado	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PRADA	Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas
PRPD	Práticas para Recuperação de Pastagens Degradadas
REDD+	Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa
RPD	Recuperação de Pastagens Degradadas
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SI	Sistemas Irrigados
SIN-ABC	Sistema Integrado de Informações do Plano ABC
SPD	Sistema de Plantio Direto
SPSabc	Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis
TC	Termo de Compromisso

TCU	Tribunal de Contas da União
TDA	Tratamento de Dejetos Animais
TI	Terminação Intensiva
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UC	Unidades de Conservação
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estimativas parciais do alcance das tecnologias do Plano ABC.....	33
Tabela 2.	Contratação de recursos do Programa ABC.....	34
Tabela 3.	Metas de expansão e de potencial de mitigação de GEE pelo Plano ABC+ (2020-2030)	35
Tabela 1.	Cálculo do custo de oportunidade regeneração natural por cultura analisada.....	84
Tabela 2.	Comparativo de valores CO RN por cultura analisada e do valor da CRA bioma Cerrado, estado de Mato Grosso do Sul.....	86
Tabela 3.	Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA da soja (RR, IPRO e convencional), região centro-sul/MS, safra 2021-2022.....	87
Tabela 4.	Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA do milho safrinha, 2021, por hectare, região centro-sul/MS.....	89
Tabela 5.	Análise econômica de aquisição de CRA de 1 hectare de ARL degradada, por cultura.....	92
Tabela 6.	Rentabilidade anual da produção de 1 hectare de ARL degradada por cultura analisada, antes da regularização ambiental.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Emissões de gases de efeito estufa no Brasil, por fonte emissora, entre 2009 e 2020, em milhões de toneladas de carbono equivalente (MtCO ₂ e)	30
Figura 2. Evolução das emissões de GEE da agropecuária por subsetor no período 2009-2020.....	31
Figura 3. Incremento de Desmatamento - Amazônia/Cerrado (Estados), período 2009-2020.....	38
Figura 1 Esquema de negociação de CRA em bolsa de valores.....	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Histórico da legislação ambiental brasileira, período 1934-2012.....	65
Quadro 2. Gargalos e soluções para a cadeia de restauração florestal.....	78
Quadro 3. Premissas técnicas da produção de soja/milho safrinha região centro sul – MS, safra 2020/2021.....	81
Quadro 4. Indicadores dos custos de produção, produtividade e preço médio das culturas analisadas.....	81
Quadro 5. Indicadores de eficiência econômica.....	83
Quadro 6. Simulação de compra de CRA por hectare, Estado de Mato Grosso do Sul.....	85

INTRODUÇÃO GERAL

As mudanças do clima são desafios para o mundo. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) representam ameaças sem precedentes, ocasionando perturbações climáticas como, por exemplo, eventos meteorológicos extremos, redução severa da biodiversidade e escassez de alimentos (GDAE, 2015; MASSON-DELMOTTE et al., 2018). Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável tornou-se uma meta global necessária para reduzir os efeitos negativos das mudanças climáticas (UMAR et al., 2020).

Essa colaboração internacional foi consolidada a partir da Conferência das Partes (COP 21), realizada em Paris no ano de 2015, onde 195 países se comprometeram a atingir o objetivo de manter a temperatura abaixo de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (MASSON-DELMOTTE et al., 2018; UNFCCC, 2021a).

O Brasil, signatário do Acordo de Paris (COP 15), lançou sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), com previsão de metas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre 36,1 e 38,9% até o ano de 2020, em comparação ao ano de 2005. A NDC é regulada pela Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), Lei 12.187 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009). As principais metas nacionais dizem respeito à mitigação de emissões do setor de Mudanças e Uso da Terra (MUT) (24,7%) e agropecuária (4,9 a 6,1%) (BRASIL, 2009; GURGEL; PALTSEV; BREVIGLIERI, 2019).

De acordo com a 4ª Comunicação Nacional do Brasil para a Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), lançado em 2020, o Brasil se compromete a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005 até 2025. Ainda, a indicação subsequente de contribuição de redução de suas emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005, até 2030. Complementarmente, o Brasil se compromete a zerar o desmatamento ilegal na Amazônia, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares (Mha) de florestas até 2030 (UNFCCC, 2021b).

No entanto, o Brasil pouco avançou nas metas acordadas de mitigação das emissões de GEE referentes ao setor de MUT e agropecuária (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2020). O setor de MUT respondeu por 997 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) das emissões brutas em 2020, sendo a maior parte das

emissões (93%) causadas por alteração do solo, em grande parte atribuída ao desmatamento do bioma Amazônia, que concentra 78,4% (782 MtCO₂e) das emissões brutas do setor (SEEG, 2021).

O setor da agropecuária emitiu 577 MtCO₂e em 2020, indicativo de aumento de 2,49% em relação ao ano anterior. As atividades da agropecuária com maior participação nas emissões do setor são: i) criação de animais (69% do total), destacando-se a pecuária de corte e leite, representando 65,6% e 9,3% respectivamente; ii) uso de fertilizantes sintéticos totalizando de 5,2% de participação e; iii) as demais fontes de emissão representam os 19,9% restantes (SEEG, 2021).

Esse descumprimento da conformidade ambiental tem provocado ameaças e empecilhos aos investimentos externos e às exportações brasileiras, em especial aos produtos agropecuários (BLACKROCK, 2020; COMISSÃO EUROPEIA, 2019; REIS et al., 2021). A persistência da existência da produção agropecuária baseada em desmatamento, associada à degradação ambiental causada por incêndios, e à extração de madeira ilegal, situadas nos biomas Amazônia e Cerrado, afeta negativamente a reputação do agronegócio brasileiro (GARRETT et al., 2021; MARCOVITCH; PINSKY, 2020).

Nesse sentido, a agropecuária pode avançar na sinalização ao mercado nacional e internacional sobre seu esforço em reduzir seu impacto ambiental (GARRETT et al., 2021). Isso, por exemplo, através da articulação de seus representantes junto ao poder público para restabelecer os instrumentos de governança da política climática nacional (GARRETT et al., 2021; REIS et al., 2021). Essa necessidade vem ao encontro dos estudos sobre o diagnóstico da PNMC desde sua vigência, onde se constatou processos de descontinuidade e incertezas na condução da NDC brasileira (TALANOIA, 2020; UNTERSTELL, 2017).

O cumprimento das exigências de proteção da vegetação nativa em propriedades rurais regulada pelo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, tornou-se outro problema ambiental latente, cujo déficit de áreas de reserva legal (ARL) é estimado no Brasil em 19 Mha. A recomposição desse déficit de mata nativa pode contribuir para a geração de múltiplos serviços ambientais, por exemplo, atuando como instrumento de captura de gases de efeito estufa, principal causador dos efeitos adversos das mudanças climáticas (BRASIL, 2021; GUIDOTTI et al., 2017).

Conforme se apresenta, a temática do desmatamento vinculado a agropecuária e a análise da política climática do setor quanto a sua implementação, e execução tem

sido objeto de estudo de muitos pesquisadores. Dessa forma, foram desenvolvidos estudos com diferentes enfoques envolvendo diversos atores como produtores rurais, governo, organismos nacionais e internacionais.

No entanto, observou-se ainda haver oportunidades de novos estudos, discussões e contribuições sobre as implicações do aumento das emissões ligadas ao desmatamento, associadas direta ou indiretamente ao agronegócio. Coube também destacar o potencial de resposta do setor à conformidade ambiental, econômica e social imposta pelos efeitos presentes e futuros das mudanças climáticas.

Ademais, a temática da pesquisa está alinhada aos debates nacionais e internacionais, os quais envolvem interesses do setor agropecuário e do país pela relevância dos possíveis impactos das mudanças do clima na economia e no bem-estar social da população. O propósito desta pesquisa se justifica por estar vinculada à Agenda 2030, especificamente, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, e o ODS 15 – Vida Terrestre.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a governança da política climática em relação às metas previstas nos acordos internacionais no contexto do agronegócio.

Para atender o objetivo proposto, os resultados obtidos foram apresentados e discutidos por intermédio da escrita de dois artigos. O primeiro artigo avaliou os eventuais efeitos da condução da governança da política climática acerca dos descumprimentos das metas previstas nos acordos internacionais, sobre o agronegócio brasileiro entre 2009 e 2021. O segundo artigo analisou o impacto na rentabilidade da produção, comparando os custos de recuperação e compensação de área de reserva legal em propriedades rurais, exigidos pelo Código Florestal.

REFERÊNCIAS

BLACKROCK. **Committed to sustainability | BlackRock**. 2020. Disponível em: <https://www.blackrock.com/corporate/sustainability/committed-to-sustainability>. Acesso em: 22 de março de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 5, 29 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.187%2C%20DE%209%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202009.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20sobre,Art. Acesso em: 16 de março de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Prevê a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: v. Maio 25, 2012, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

BRASIL. **Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of The United Nations Framework Convention on Climate Change**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Elementos-chave do acordo comercial UE-Mercosul**. 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/qanda_19_3375. Acesso em: 22 de março de 2021.

GARRETT, R. D. et al. Forests and Sustainable Development in the Brazilian Amazon: History, Trends, and Future Prospects. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 46, n. 1, p. 625–652, 2021.

GDAE. **Microencomics and the Environment**. Tufts University, 2015. Disponível em: <http://ase.tufts.edu/gdae>. Acesso em: 11 de maio. 2021.

GUIDOTTI, V. *et al.* **Números detalhados do Novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs Principais Resultados e Considerações**. [S. l.], p. 10, 2017. Disponível em: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.23229.87526>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2022.

GURGEL, A. C.; PALTSEV, S.; BREVIGLIERI, G. V. **The impacts of the Brazilian NDC and their contribution to the Paris agreement on climate change**. **ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT ECONOMICS**. 32 AVENUE OF THE AMERICAS, NEW YORK, NY 10013-2473 USA: CAMBRIDGE UNIV PRESS, ago. 2019.

MARCOVITCH, J.; PINSKY, V. Bioma Amazônia: atos e fatos. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 34, n. 100, p. 83–106, dez. 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-401420200003000083&tlng=pt. Acesso em: 20 de março de 2021.

MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* **Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global às ameaças da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza**. República da Coreia: [s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2021.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Bases para proposta de NDC para o Brasil - nota técnica - Observatório do Clima**. 2020. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/bases-para-proposta-de-ndc-para-o-brasil-nota-tecnica/>. Acesso em: 3 de março de 2021.

REIS, T. N. P. DOS *et al.* Trading deforestation—why the legality of forest-risk commodities is insufficient. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 12, p. 124025, 1 dez. 2021.

RIVERO, S. *et al.* Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 41–66, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 16 de fevereiro de 2021.

TALANOVA. **A Política Nacional de Mudança do Clima em 2020: estado de metas, mercados e governança assumidos na Lei 12.187/2009**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Mudanc%CC%A7a-de-Clima.pdf>. Acesso em: 2 de abril de 2021.

SEEG. **Análise das emissões brasileiras de GASES DE EFEITO ESTUFA e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. [s.l.] SEEG, 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FI_NAL.pdf. Acesso em: 3 de fevereiro de 2022.

UMAR, M. *et al.* COP21 Roadmap: Do innovation, financial development, and transportation infrastructure matter for environmental sustainability in China? **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 271, p. 111026, 1 out. 2020.

UNFCCC. 2021a. **Nationally Determined Contributions**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

UNFCCC. 2021b. **Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of The United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em:

<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2021.

UNTERSTELL, N. **Como se governa a política de mudança do clima hoje? Diagnóstico do desenho e da evolução dos arranjos de governança**. [S. l.], 2017.

Disponível em:

https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/como_se_governa_a_pnmc_no_brasil_hoje.pdf. Acesso em: 2 de fevereiro de 2022.

ARTIGO 1 - GOVERNANÇA DA POLÍTICA CLIMÁTICA E O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

RESUMO

Este artigo analisou a condução da política climática do governo brasileiro entre 2009 e 2021 e seus eventuais efeitos sobre o agronegócio. Nesse período, a agricultura cresceu 46,85% no Bioma Cerrado e 11% no Bioma Amazônia, regiões da nova fronteira agrícola do país. Contudo, essa expansão sofre contestações devido ao aumento de cerca de 60% do desmatamento na Amazônia, que está associado ao setor de Mudanças e Uso da Terra. Além disso, as emissões nacionais de gases de efeito estufa (GEE) ficaram 5% acima da meta estipulada pela Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). A escalada do desmatamento pode estar ligada ao enfraquecimento da estrutura de governança climática do país, apoiada por estudos não certificados pela comunidade científica que influenciaram as decisões contra as políticas do clima e das mudanças do clima. Como consequência, houve protestos de ordem nacional e internacional com ameaças de desinvestimentos e não assinatura de tratados, a exemplo do Acordo Mercosul-União Europeia. A análise da PNMC resultou no diagnóstico de que a governança está fragmentada e necessita, por exemplo, do restabelecimento da representação técnica e científica dentro de seus conselhos. Iniciativas de políticas transversais entre a agropecuária e o setor de Mudanças e Uso da Terra podem contribuir para a reversão dos níveis de desmatamento nesses biomas, resultando na redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o Brasil precisa avançar na revisão e finalização do Cadastro Ambiental Rural (CAR), e implementar um novo ciclo do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC). No entanto, caso a atual agenda ambiental seja mantida, a agropecuária continuará sendo responsabilizada pelos desmatamentos ilegais, que pode gerar prejuízos como barreiras comerciais, desinvestimentos e a redução da renda dos produtores rurais.

Palavras-chave: Agronegócio; Mudanças e Uso da Terra; Políticas Climáticas.

ABSTRACT

This article analyzed the conduct of the Brazilian government's climate policy between 2009 and 2021 and its possible effects on agribusiness. In this period, agriculture grew 46.85% in the Cerrado Biome and 11% in the Amazon Biome, regions of the country's new agricultural frontier. However, this expansion is challenged by the approximately 60% increase in deforestation in the Amazon, which is associated with the Land Use and Change sector. In addition, the national emissions of greenhouse gases (GHG) were 5% above the target set by the National Policy on Climate Change (PNMC). The escalation of deforestation can be linked to the weakening of the country's climate governance structure, supported by studies not certified by the scientific community that influenced decisions against climate and climate change policies. As a consequence, there were national and international protests with threats of disinvestment and non-signing of treaties, such as the Mercosur-European Union agreement. The analysis of the PNMC resulted in the diagnosis that governance is fragmented and needs, for example, the re-establishment of technical and scientific representation within its councils. Cross-cutting policy initiatives between agriculture and livestock and the Land Use and Change sector can contribute to the reversal of deforestation levels in these biomes, resulting in the reduction of greenhouse gas emissions. Furthermore, Brazil needs to advance in the revision and finalization of the Rural Environmental Registry (CAR), and implement a new cycle of the Sectorial Plan for Mitigation and Adaptation to Climate Change (ABC Plan). However, if the current environmental agenda is maintained, agriculture and cattle-raising will continue to be held responsible for illegal deforestation, which can generate losses such as trade barriers, divestments, and reduced income for rural producers.

Keywords: Agribusiness; Land Use and Changes; Climate Policies.

1. Introdução

O agronegócio é um importante segmento da economia nacional. Em 2020, por exemplo, teve uma participação no PIB brasileiro de 26,6%. Nesse mesmo ano, esse setor foi responsável pelo expressivo montante de bens e serviços comercializados pelo país com o resto do mundo, representando 48% das exportações registradas na Balança Comercial (CEPEA, 2021; CNA, 2021).

O dinamismo do agronegócio brasileiro está relacionado ao aumento da demanda global e dos preços das *commodities* agrícolas, que impulsionaram a produção nacional (BUAINAIN et al., 2014). Contudo, para manter esse dinamismo o setor tem o desafio de atender às novas demandas do mercado, sobretudo aquelas relacionadas aos compromissos ambientais acordados internacionalmente (CHECHI; GRISA, 2020). Dentre esses acordos, destaca-se o de Paris, cujo compromisso brasileiro está expresso na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), onde dentre outras coisas, o país se comprometeu a reduzir o desmatamento em áreas de vegetação nativa e, consequentemente, diminuir as emissões domésticas de gases de efeito estufa (GEE) (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2020).

No Brasil, a grande disponibilidade de terras permite que a atividade agropecuária utilize extensas áreas para o cultivo e manejo de lavouras, bem como a abertura de pastagens para os rebanhos (EUSTÁQUIO et al., 2019). Dessa forma, atendendo à crescente demanda interna e externa de alimentos, a agropecuária avançou sobre áreas de vegetação nativa (VIEIRA et al., 2022). A exemplo disso, em 2009 a agropecuária ocupava aproximadamente 17 milhões de hectares (Mha) no Bioma Cerrado e, em 2020, passou a ocupar aproximadamente 25 Mha, o que representa um aumento de 47% na área total destinada à atividade agropecuária nesse bioma (MAPBIOMAS BRASIL, 2021a). No mesmo período, a área total desse setor no Bioma Amazônia cresceu 113,79%, passando de aproximadamente 2,9 para 6,2 Mha, segundo o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MAPBIOMAS BRASIL, 2021a).

Assim, o desmatamento avançou no Brasil, onde somente no ano de 2020 foram desmatados na Amazônia Legal 10.851 km², representando um aumento de 7,13% em relação ao ano anterior (INPE, 2021a). No Bioma Cerrado, a taxa de desmatamento também está elevada. Em 2020 ela alcançou 7.300 km², o que retrata um aumento de 12% em relação a 2019, conforme o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Ainda, segundo o INPE (2021b), entre os anos de 2018 e 2019 registrou-se um aumento de 62% nas queimadas no Bioma Cerrado e, na Amazônia, 15,7% de aumento entre 2019 e 2020 (INPE, 2021b; TERRABRASILIS, 2021). Esses dados acendem o sinal de alerta para o crescimento das mudanças no uso da terra nessas regiões (CELENTANO, 2022; GARRETT et al., 2021; MESSIAS; SILVA, 2021; VIEIRA et al., 2022).

As consequências das queimadas e do aumento das taxas de desmatamento são muitas, mas no âmbito internacional é possível destacar o descumprimento dos compromissos de redução de emissões de GEE, as quais estavam previstas na Política Nacional sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2021). É possível verificar esse descumprimento ao se analisar os dados sobre as emissões brasileiras em 2019 (SEEG, 2020). Neste ano, as emissões *per capita* brutas foram de 10,4 toneladas de CO₂e/ano (tCO₂e), ou seja, 7,1% acima da média mundial global, enquanto que as emissões líquidas de 7,5 toneladas CO₂e/ano também foram acima da média *per capita* global, demonstrando que o país está na contramão da agenda internacional de fomento à transição para economias menos intensivas em carbono (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2020; SEEG, 2020; TALANOIA, 2020).

A busca por um novo paradigma econômico, de menor impacto sobre os recursos naturais, é uma tendência em nações desenvolvidas (BAGER; PERSSON; REIS, 2021; FISCHER; GIESSEN; GÜNTER, 2020; REIS et al., 2021). Assim, o cumprimento da meta de zerar as emissões de GEE até 2050, pactuada no Acordo de Paris, tem o potencial de promover a utilização de fontes de energias limpas, bem como o desenvolvimento de meios de produção e de consumo sustentáveis (LYONS-WHITE et al., 2020). Ademais, os ganhos econômicos, sociais e ambientais (ESG, sigla em inglês) dessa conversão para uma economia menos intensiva em carbono podem ser utilizados como estratégia competitiva e de disputa pelo protagonismo no mercado agrícola internacional (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

Cabe destacar que o não cumprimento das metas pactuadas em acordos internacionais podem gerar entraves ao setor do agronegócio como, por exemplo, o risco da não ratificação do Acordo União Europeia-Mercosul, cujas estimativas mostram que podem impactar 780 milhões de pessoas, o que representa cerca de 25% da economia mundial (CAMEX, 2019). Isso, por esse Acordo conter cláusula dedicada à proteção do ambiente, desenvolvimento sustentável e à conservação de florestas (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

Nesse sentido, este artigo analisou a condução da política climática do governo brasileiro entre 2009 e 2021 e seus eventuais efeitos sobre o agronegócio. Especificamente, avaliou-se a contribuição do agronegócio brasileiro para cumprimento ou não das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) gerados, firmados em acordos internacionais, identificando eventuais entraves comerciais ao setor decorrente da forma de governança climática nacional.

Dessa forma, foi realizada uma pesquisa do tipo exploratória às bases científicas, bem como a coleta de dados secundários em instituições oficiais nacionais e internacionais para o tratamento e alcance dos objetivos previstos no trabalho. O período da pesquisa foi entre 2009 e 2021, devidamente selecionado para análise da Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC), desde a sua vigência inicial.

Espera-se que os resultados dessa pesquisa possam contribuir para as discussões dos rumos da política agrícola nacional, praticada na última década, no contexto das mudanças climáticas. Por fim, este artigo foi dividido em três seções, além dessa introdução. A seção dois apresentou e discutiu os dados sobre a produção e mitigação das emissões de GEE na agropecuária. Na sequência, a seção três discutiu o papel da agropecuária no contexto da governança ambiental no Brasil. Por fim, a seção quatro apresentou a conclusão da pesquisa.

2. Produção e mitigação das emissões de GEE na agropecuária brasileira

A expansão da fronteira agrícola, ocorrida na década de 1970, foi possibilitada pela adoção de tecnologias e conhecimentos gerados por agências públicas e privadas de pesquisa. Esses fatores se concentraram principalmente, em processos de utilização do solo do bioma Cerrado, antes improdutivo, o que contribuiu para a expansão da alta produção agropecuária da Região Sul para as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil. Ainda, atraiu para essas regiões investimentos de origem nacional e internacional, para a instalação de complexos agropecuários adaptados ao novo perfil de ocupação do território brasileiro (BUAINAIN et al., 2014; EUSTÁQUIO et al., 2019).

A partir da Revolução Verde, a agropecuária nacional aumentou a produção de grãos em 432%; passando de 46,9 para 249,47 milhões de toneladas, com a expansão da área plantada em 76,7%, passando de 37,3 milhões de hectares (Mha) para 65,9 Mha entre 1977-2020. O quantitativo de rebanho bovino também cresceu no mesmo período,

(102%), partindo de 107,30 milhões de cabeças de gado para 217 milhões de cabeças, impulsionado pela expansão da atividade pecuária na nova fronteira agrícola, que alcançou o bioma Amazônia (CONAB, 2021; EMBRAPA, 2021a, ABIEC, 2020).

O crescimento da atividade agropecuária está associado à demanda por novas terras, o que geralmente está relacionado com a conversão de áreas de vegetação nativa em lavouras e/ou pastagens (GARRETT et al., 2021). Isso desencadeou expressivas mudanças no uso da terra em uma grande área do território nacional. A exemplo disso, entre 2009 e 2020 a agricultura nacional aumentou sua área em 34,1% (41 Mha para 55 Mha) enquanto as áreas destinadas às pastagens decresceram 4,3% (161 Mha para 154 Mha) (MAPBIOMAS BRASIL, 2021b). No Cerrado, a agricultura cresceu 39,5% (16,7 Mha para 23,3 Mha), enquanto as pastagens perderam espaço, com redução de 9,6% de área (51,9 Mha para 46,9 Mha) (MAPBIOMAS BRASIL, 2021b). No caso do bioma Amazônia, essa dinâmica foi distinta, uma vez que a agricultura cresceu 126% (2,7 Mha para 6,1 Mha), assim como as áreas de pastagens, que cresceram 5,6% (53 Mha para 56 Mha) no mesmo período (MAPBIOMAS BRASIL, 2021b).

A mudança no uso da terra induzida pela expansão da fronteira agrícola é considerada uma das principais causas do desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado que inclui processos de ocupação de terras públicas ou privadas; o extrativismo de madeira; a introdução da pecuária e o desenvolvimento de modernas técnicas agrícolas (CELENTANO, 2022; MESSIAS; SILVA, 2021; VIEIRA et al., 2022). Além desses processos, também podem ser associados outros elementos ao crescimento das taxas de desmatamento, destacando-se: i) o desenvolvimento econômico e da atividade agropecuária; ii) preços agrícolas mais altos; iii) a abertura de estradas em áreas próximas a florestas; iv) indefinição do direito à propriedade em áreas devolutas; v) baixo reconhecimento oficial de áreas protegidas - terras indígenas; e vi) crédito agrícola para abertura de novas pastagens e lavouras em regiões de florestas nativas (ANGELSEN, 2010b; BARONA et al., 2010; FEARNSIDE, 2005; GARRETT; LAMBIN; NAYLOR, 2013; PFAFF, 1999; RIVERO et al., 2009a).

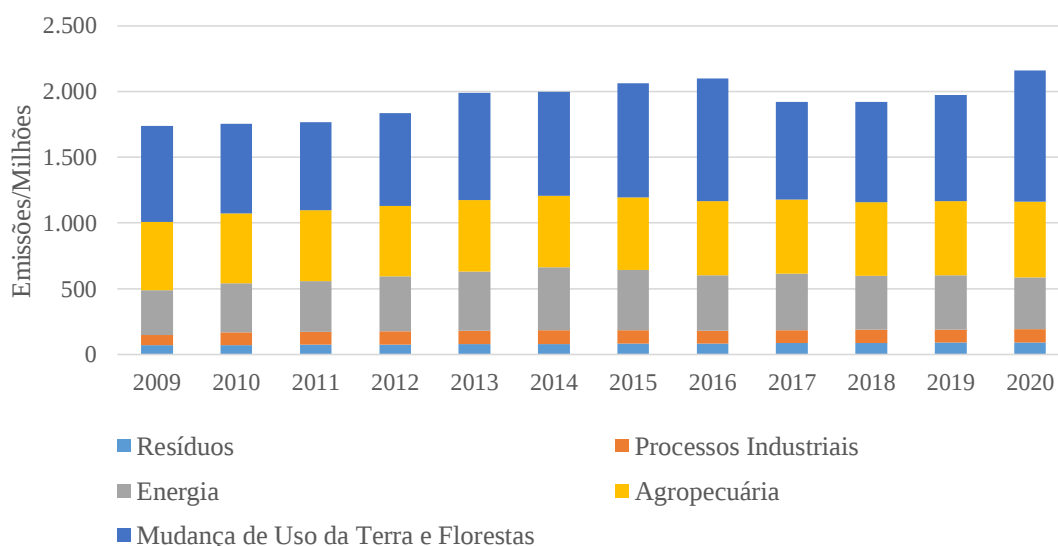
Esses elementos, em geral, contribuem para a obtenção de baixa produtividade da terra em algumas atividades, em especial, na pecuária, o que estimula novas conversões de florestas em pastagem do tipo extensiva, com pouco ou nenhum tratamento do solo à base de fertilizante, calcário ou sementes de gramíneas de qualidade (GARRETT et al., 2021; KOHLER et al., 2021; RIVERO et al., 2009). O processo de limpeza de terreno para formação de pastagens e de lavoura por meio da

utilização do desmatamento e queimadas, em grande escala, bastante utilizado na Amazônia Legal, provoca o aumento da poluição atmosférica devido ao lançamento no ar de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozônio (O_3), e outros gases (BISPO; PIMENTEL, 2018). Esse manejo inadequado do solo resulta na compactação ou encrostamento, erosão, assoreamento de rios, contaminação da água subterrânea e intensa perda de biodiversidade, provocando a redução da água nos corpos hídricos e, conseqüentemente, a escassez hídrica (KOHLENER et al., 2021).

O cenário de degradação ambiental ocasionado pela agropecuária pode estar relacionado com o aumento das taxas de desmatamento, que no bioma Amazônia tem crescido continuamente desde 2015 (MESSIAS; SILVA, 2021). Em 2020, foram desmatados 10.300 km^2 , o que representa um aumento de 77% em relação a 2009, e equivale a uma área do tamanho do Líbano (INPE, 2021a). No bioma Cerrado, o desmatamento em 2020 alcançou 7.300 km^2 , cerca de seis vezes o tamanho da cidade do Rio de Janeiro, o que representa uma redução de 27% em relação ao ano de 2009 (INPE, 2021a). Esses processos de mudanças e uso da terra geram emissões de GEE, segunda maior fonte de emissões, perdendo apenas para os combustíveis fósseis (BAGER; PERSSON; REIS, 2021).

A Figura 1 destaca as principais fontes de emissões de GEE no Brasil durante o período de 2009 a 2020.

Figura 1. Emissões de gases de efeito estufa no Brasil, por fonte emissora, entre 2009 e 2020, em milhões de toneladas de carbono equivalente (MtCO_2e).



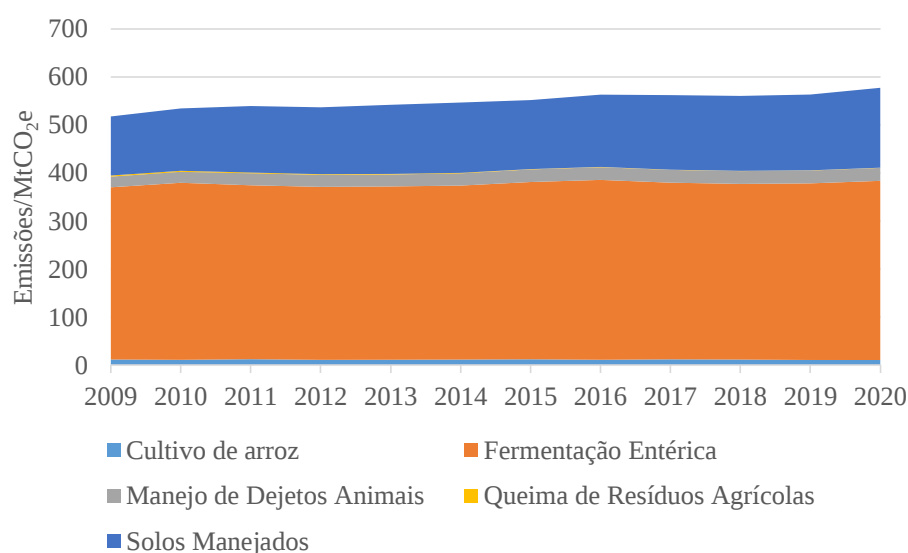
Fonte: Elaboração própria com dados de SEEG (2021).

Para ilustrar, com os dados da Figura 1, foi realizado o cálculo da média de emissões de gases de efeito estufa lançados na atmosfera pelo Brasil. O processo de mudanças no uso da terra e florestas totalizou a maior média, 791 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e), contra 549 da Agropecuária, 414 do setor Energia, 97 do setor Processos Industriais e 81 milhões de tCO₂e do setor de Resíduos (SEEG, 2021).

Assim, as médias das emissões em todos os setores aumentaram, contrastando com a trajetória de redução estipulada voluntariamente pelo Brasil até o ano de 2020, através da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (BRASIL, 2009a). Entre os anos de 2009 a 2020, a participação da agropecuária, em específico, apresentou crescimento nas emissões entre 517 a 577 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e), ainda assim ficando abaixo da emissão da projeção PNMC para agropecuária que era de 730 MtCO₂e (GW-AR2) (TALANOIA, 2020).

Segundo o SEEG (2021), as maiores emissões da agropecuária nacional são provenientes da pecuária, pois a fermentação entérica de animais ruminantes é a principal atividade emissora de GEE, representando 69% das emissões totais do setor, seguido das emissões de solos manejados, com 23,4%, manejo de dejetos animais, com 4,37%, cultivo do arroz, com 2,20%, e queima de resíduos agrícolas, com 0,34%. Esses resultados podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Evolução das emissões de GEE da agropecuária por subsetor no período 2009-2020.



Fonte: Elaboração própria com dados de SEEG (2021).

A partir das informações da Figura 2 é possível observar o predomínio da pecuária nas emissões. Entretanto, a agricultura é responsável por cerca de um terço das emissões totais do setor (SEEG, 2021). Portanto, o panorama apresentado demonstra o potencial de contribuição da agricultura na mitigação das emissões.

A agropecuária possui meios para promover a redução de suas emissões e produzir de forma sustentável. Para isso, ela poderia, por exemplo, direcionar o desenvolvimento do agronegócio para longe das regiões florestais com incentivos à intensificação com eficiência técnica da produção, o que evitaria novos desmatamentos, ou seja, um efeito poupa-terra (GARRETT et al., 2018; PELLENZ; ALMEIDA; LIRIO, 2021). Além dessas ações, podem-se destacar: a recuperação de pastagens degradadas, o aumento da taxa de lotação de animais por hectare, boas práticas de produção e manejo dentro das propriedades e a certificação do rebanho, assegurando que sua procedência é de áreas onde não ocorrem atividades ligadas ao desmatamento ou novos desmatamentos (GARRETT et al., 2021; RIVERO et al., 2009).

As ações para o desenvolvimento de uma agropecuária de baixo carbono também incluem a ampliação das áreas onde é desenvolvida a Integração de Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF), a utilização em alta escala de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), e do Sistema de Plantio Direto (SPD) promovem o referido efeito poupa-terra (AGROICONE, 2020). Ademais, o aumento das áreas de Sistemas Agroflorestais (SAFs) e do número de Unidades de Conservação (UC) e o uso de biodigestores na pecuária, são medidas consideradas efetivas de mitigação das emissões, pois reduzem a pressão por novas áreas de cultivo e pastagens e, com isso, evitam o aumento do desmatamento (ANGELSEN, 2010; FEARNSTIDE, 2005; EUSTÁQUIO et al., 2019).

Nesse sentido, a agropecuária se insere nas discussões sobre o cumprimento de acordos internacionais para redução das emissões de GEE através do estabelecimento de estratégias próprias. Para isso, articulou-se junto ao poder público a criação do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), como parte do compromisso assumido pelo Brasil na 15ª Conferência de Paris – COP-15, ocorrida no ano de 2009 (MAPA, 2021).

Durante a COP-15, o Brasil assumiu o compromisso voluntário de reduzir entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020. A meta de mitigação para agropecuária foi estabelecida através da adoção de tecnologias para uma área de 35,5

Mha, o que contribuiria com a redução de emissão de GEE de 132,9 a 162,9 MtCO₂e até o ano de 2020 (MAPA, 2021).

Mediante a elaboração do Plano ABC, foram modificados os compromissos originais da agricultura, acordados na COP-15, com a adoção de tecnologias para adaptação às mudanças climáticas, bem como para o cumprimento das metas previstas para o período de 2011 a 2020 (MAPA, 2021). O alcance das metas compreende seis tecnologias: i) por meio de campanhas publicitárias promover a capacitação de técnicos e produtores rurais; ii) transferência de tecnologia; iii) regularização ambiental e fundiária; iv) ampliar as redes de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) e Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I); v) oferta de insumos e; vi) crédito rural (GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021a). A Tabela 1 mostra as tecnologias e as estimativas de alcance das metas do Plano.

Tabela 1. Estimativas parciais do alcance das tecnologias do Plano ABC.

Tecnologias do Plano ABC	Período Considerado (milhões ha)	Compromisso de 2010 a 2020 (milhões ha)	Área total atual (milhões ha)	Resultados alcançados (milhões ha)	Mitigação de emissões de GEE alcançadas (milhões Mg CO ₂ eq)
Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD)	2010-2017	15,0	10,44	10,44	39,57 a 57,52
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)	2010-2016	4,0	12,61	5,83	22,10 a 36,40
Sistema Plantio Direto (SPD)	2010-2017	8,0	32,88	12,72	23,28
Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)	2010-2017	5,5	33,98	10,64	17,98 a 19,47
Florestas Plantadas (FP)	2010-2018	3,0	7,84	0,783	26,69
Tratamento de Dejetos Animais (TDA)	2010-2019	4,4 milhões de m ³		38,3 milhões de m ³	391,2

Fonte: (AGROICONE, 2020, p.36)

A análise das estimativas de alcance demonstra o cumprimento de mais de 100% das metas estipuladas para as tecnologias ILPF, SPD, FBN e TDA, com exceção das tecnologias RPD e FP, que possuem um importante potencial de mitigação de emissões de GEE. A meta do Plano foi cumprida parcialmente em 77%, com a mitigação de 100,2 a 154 Mg CO₂eq, até 2018 (AGROICONE, 2020; EMBRAPA, 2020).

Assim, as estimativas evidenciam que ainda há espaço para explorar as fontes de mitigação acordadas originalmente, e reorientar a política de baixo carbono da agricultura para um novo ciclo, com objetivo de zerar as emissões desse setor. O resultado da política do Plano ABC foi financiado com recursos do Programa ABC (Resolução n. 3896/2010 do Banco Central do Brasil) (BRASIL, 2010). A linha de crédito rural é destinada ao cumprimento das metas do Plano voltadas ao custeio, investimento e à comercialização da produção, propiciando melhor uso da terra e geração de renda (GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021a).

O montante previsto inicialmente para cumprimento do Plano era de R\$ 197 bilhões, entretanto, desde a safra 2010/2011 a 2019/2020 houve o desembolso de R\$ 20,5 bilhões, valor muito aquém das necessidades do alcance das metas do setor (AGROÍCONE, 2020). Entre os motivos do baixo desembolso do Programa ABC, estão: i) excesso de burocracia para obtenção do crédito; ii) linha de crédito destinada ao financiamento do sistema produtivo por completo, não permitindo o enquadramento por itens específicos, o que ocorre com outras modalidades de crédito rural; iii) complexidade para elaboração e aprovação dos projetos por parte dos produtores e agentes financeiros; iv) ausência de subprogramas destinados aos pequenos produtores e à agricultura familiar; v) taxa de juros elevadas em relação às demais linhas de crédito; e vi) restrição orçamentária e fiscal do país a partir de 2015 (AGROÍCONE, 2020; GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021a).

A Tabela 2 apresenta os valores contratados por Plano Agrícola e Pecuário período 2010/2011 a 2019/2020.

Tabela 2. Contratação de recursos do Programa ABC.

Plano Agrícola e Pecuário (PAP)	Valores Contratados (milhões de R\$)	Taxa de Juros (%)
2010/2011	0.420	5,5
2011/2012	1.625	5,5
2012/2013	3.050	5,0
2013/2014	3.659	5,0
2014/2015	3.507	5,0
2015/2016	1.965	8,0
2016/2017	1.134	8,5
2017/2018	1.547	7,5
2018/2019	1.618	6,0
2019/2020	2.016	7,0

Fonte: Adaptado de (AGROÍCONE, 2020, p. 39; OBSERVATÓRIO DO PLANO ABC, 2016, p. 6)

A crise econômica, fiscal e política a partir de 2015, além das altas taxas de juros praticadas podem explicar a significativa redução dos recursos contratados. Após o PAP 2014/2015, houve uma redução de contratação de empréstimos na ordem de 57%, comparada ao PAP 2019/2020 (AGROICONE, 2020). Espera-se que o novo ciclo da política seja disponibilizado com maior apoio técnico, e simplificação dos critérios de contratação para estimular a tomada de crédito e adoção das tecnologias do Plano ABC por parte do produtor.

No ano de 2021 foi inaugurado o novo ciclo do plano, renomeado para Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixas Emissão de Carbono na Agropecuária (ABC+), até o ano de 2030 (SEEG, 2021). O plano incorporou novas tecnologias de baixas emissões, agrupadas, em conjunto com as que já existiam, sendo renomeadas de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis (SPSabc) (SEEG, 2021). As novas metas de expansão do Plano ABC+ são demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3. Metas de expansão e de potencial de mitigação de GEE pelo Plano ABC+ (2020 - 2030).

SPSabc	Meta de Expansão (milhões de hectares)	Potencial de Mitigação de GEE (milhões t CO ₂ eq)
Práticas para Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)	30 milhões de hectares	113,7
Sistema de Plantio Direto de Grãos e Hortaliças	12,58 milhões de hectares	47,59
Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAF)	10,1 milhões de hectares	37,9
Florestas Plantadas (FP)	4 milhões de hectares	510
Bioinsumos (BI)	13 milhões de hectares	20
Sistemas Irrigados (SI)	3 milhões de hectares	50
Manejo de Resíduos de Produção Animal (MRPA)	208 milhões de resíduos tratados	277,8
Terminação Intensiva (TI)	5 milhões de animais	16,24
Total		1.110,34

Fonte: (SEEG 2021, p.18)

O novo ciclo da política do Plano e do Programa ABC deve reorientar o desenho dos empréstimos para um contexto regionalizado, pois a maioria dos recursos é acessada por médios produtores rurais, localizados nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Esses receberam 65,5% dos recursos, enquanto que para as regiões Norte e Nordeste foi

destinado aproximadamente 23,2% dos empréstimos concedidos (GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021).

Isso indica uma sobreposição do perfil econômico em relação ao fator ambiental, considerando a carência de investimentos nas regiões Norte e Nordeste do país, onde há predominância de municípios com baixa aptidão rural, referenciados como prioritários no sentido de mitigação de GEE, além da existência de importantes desafios ambientais e sociais a serem solucionados como, por exemplo, a preservação de florestas, o processo de desertificação e a pobreza, sobretudo no semiárido brasileiro (GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021).

Além do Plano ABC, outras experiências da agropecuária de baixo carbono já foram experimentadas no país, como o caso da Moratória da Soja, vigente de 2006 a 2016 (GARRETT et al., 2018; MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016). Esse foi o primeiro acordo voluntário de desmatamento zero, implementado pelo complexo da soja devido à pressão de varejistas e Organizações Não Governamentais (ONGs). Essa moratória conseguiu reduzir o desmatamento no Bioma Amazônia de 30%, no período 2001-2006, para aproximadamente 1% no ano de 2014 (GIBBS et al., 2015).

Além disso, no setor da pecuária, a Embrapa desenvolveu a marca-conceito “Carne Carbono Neutro” (CCN). A finalidade dessa marca é atestar que a carne bovina foi produzida com volumes de emissões de GEE neutralizados. É a presença de árvores em sistemas de integração do tipo silvopastoril (integração pecuária-floresta, IPF) ou agrossilvipastoril (integração lavoura-pecuária-floresta, ILPF) que permite a parametrização e a auditoria do processo de certificação da produção. O conceito prevê a mitigação de GEE por meio do sistema IPF/ILPF com árvores, como o eucalipto, em densidades de 250 a 350 árvores/ha, através do planejamento do corte dessas árvores a partir do oitavo ano de idade, produzindo 25m³/ha/ano, o que equivale à neutralização da emissão de GEE aproximadamente 12 bovinos adultos, possibilitando a comercialização do crédito de carbono gerado (EMBRAPA, 2021b).

Entretanto, apesar das ações adotadas pelo setor, o país precisa avançar na mitigação das emissões contra os índices atuais registrados. Entre os principais aspectos a serem considerados estão: i) controle das queimadas de alta escala (BISPO; PIMENTEL, 2018); ii) o combate à extração ilegal de madeira e à mineração em áreas de preservação ambiental (GARRETT et al., 2021); iii) a recuperação de pastagens degradadas (RIVERO et al., 2009b); iv) a regularização fundiária em áreas devolutas

(GARRETT et al., 2018; SPAROVEK et al., 2019). Por fim, a implementação de políticas públicas para regulamentação e fiscalização do uso da terra (ANGELSEN, 2010a; ARIMA et al., 2014).

Esses aspectos subjacentes ao desmatamento ligados direta ou indiretamente ao setor agrícola, podem acarretar possíveis empecilhos à comercialização de produtos brasileiros no mercado internacional (BAGER; PERSSON; REIS, 2021; FISCHER; GIESSEN; GÜNTER, 2020; REIS et al., 2021). Em outras palavras, as emissões geradas pelo desmatamento estão sendo debitadas à agropecuária (CELENTANO, 2022; GARRETT et al., 2021; MESSIAS; SILVA, 2021). O agronegócio, por sua importância econômica e social, pode articular ações de governança sobre as mudanças do uso da terra e florestas junto a outros segmentos e ao poder público, para que o país retome o protagonismo nas negociações e acordos firmados internacionalmente (GARRETT et al., 2021). Assim, as consequências do aumento das emissões associadas ao setor, e dos descumprimentos de acordos ambientais pelo país, serão discutidas na próxima seção.

3. A agropecuária no contexto da governança ambiental nacional

A preservação dos recursos naturais e o equilíbrio da exploração antrópica em prol do desenvolvimento sustentável é um elemento-chave para o controle das mudanças climáticas e de seus impactos adversos sobre as nações (GDAE, 2015). Os riscos advindos das mudanças climáticas é um tema que está presente nos debates internacionais, isso, no âmbito da transição da economia global para um padrão de desenvolvimento econômico de carbono zero (LYONS-WHITE et al., 2020).

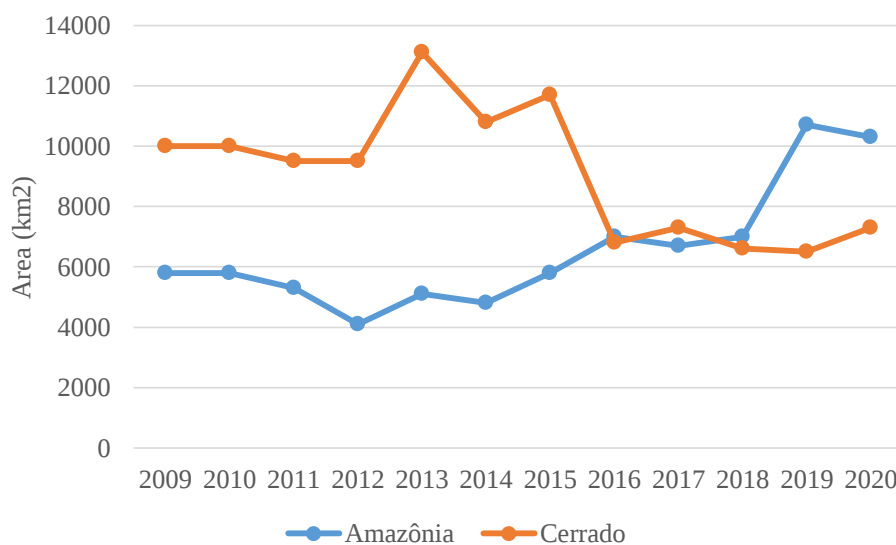
O Brasil tem participado ativamente dos debates internacionais acerca do clima e, em um passado recente, despontava como uma liderança para outros países na questão da sustentabilidade ambiental. Isso, a partir da Conferência das Nações Unidas RIO-92, onde o país lançou iniciativas e estipulou metas de redução das emissões de GEE, destacando-se as Ações Nacionalmente Apropriadas (NAMAs) no ano de 2010 na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês) (SANTOS, 2018). Posteriormente, apresentou a Contribuição Nacionalmente Determinada do país, essa, resultante das negociações do Acordo de Paris, onde o Brasil assumiu o compromisso de reduzir entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020 (UNFCCC, 2021).

Entretanto, devido ao aumento do desmatamento e das emissões de GEE, o Brasil não atingiu a meta estipulada na Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, cuja meta de emissões no país ficaria limitada a 2.068 MtCO₂e (BRASIL, 2009b). Essa meta era baseada na tendência de desmatamento após o ano de 2010 até 2020 (TALANOIA, 2020). A emissão de GEE entre 2011 e 2019 foi de 2.175 MtCO₂e, ou seja, 5% acima da meta estabelecida antes de atingir o prazo limite, isto é, o ano de 2020 (SEEG, 2021).

Outra meta estipulada pela PNMC, e não atingida, foi a redução de 80% do desmatamento na Amazônia, ou de, no máximo, 3.925 km²/ano, até o ano de 2020, além do compromisso brasileiro firmado na COP-15 de eliminar o desmatamento nesse, e em todos os biomas, até 2030 (INPE, 2021b; UNFCCC, 2021).

A Figura 3 demonstra que desde 2009 a meta de redução do desmatamento, estabelecida na PNMC, não foi atingida. Assim, atingir a meta de 3.925 km²/ano entre 2021 e 2030 na Amazônia se tornou um desafio para a construção de uma política de conservação dos biomas e para a redução do desmatamento no Brasil, sobretudo, no bioma Amazônia (TERRABRASILIS, 2021).

Figura 3. Incremento de Desmatamento - Amazônia/Cerrado (Estados), período 2009-2020.



Fonte: (TERRABRASILIS, 2021). Elaboração própria.

O ritmo do desmatamento na Amazônia entre 2009 e 2020 está na média de 6.533 km², ou 66% acima da meta estipulada na NDC brasileira, o que demonstra a

necessidade de mudanças na condução da PNMC para o cumprimento dos acordos ambientais. No caso do bioma Cerrado o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado) estipulou a meta de redução do desmate em 40%, ou de 9.400 km² /ano até 2020, sendo cumprida a meta registrando uma área de desmate de 7.300 km² (TALANOA, 2020).

No entanto, o bioma Cerrado possui atualmente apenas 14% de suas áreas protegidas, restando 50% da área total do bioma estimada em 204 milhões de hectares, considerado o segundo maior bioma brasileiro, atrás apenas da Floresta Amazônica (DIAS; MIZIARA, 2021; VIEIRA et al., 2022).

O Cerrado está pressionado pela expansão da agricultura intensiva através da conversão da vegetação natural em cana-de-açúcar, lavouras de soja e milho, pastagem de gado e plantação de árvores, especialmente, pelo deslocamento da expansão agropecuária para a região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) (VIEIRA et al., 2022). Esse bioma é desfavorecido pelas leis ambientais existentes e, juntamente com poucos incentivos à pesquisa e conservação pode gerar um grande colapso da biodiversidade e dos recursos hídricos no Cerrado, caso medidas de contenção não sejam tomadas no curto prazo (DIAS; MIZIARA, 2021; VIEIRA et al., 2022).

A Figura 3 evidencia a ascensão das taxas de desmatamento na Amazônia, as quais podem prejudicar a reputação e a imagem dos setores produtivos brasileiros, em especial, da agropecuária, que opera no bioma Amazônia e, principalmente, no Cerrado.

O descontrole do desmatamento pode estar associado também a fatores econômicos e políticos, em especial no período entre 2013 a 2020 (Figura 3). No ano de 2012, e devido à pressão da bancada ruralista no Congresso Nacional, o Código Florestal foi revisado e passou a conter regras relacionadas à redução de áreas públicas protegidas, diminuição dos tampões ciliares com a permissão de contabilização de Áreas de Preservação Permanente (APP) junto à Reserva Legal (ARL), anistia para o desmatamento ilegal que já havia ocorrido, reduzindo a dívida ambiental entre os proprietários de terras e sua obrigação de restaurar áreas (SOARES-FILHO et al., 2014).

Os mecanismos de anistia do Código Florestal de 2012 reduziram o passivo de ARL em 36,5 Mha e 4,5Mha de APP, que deveriam ser restaurados anteriormente (GUIDOTTI et al., 2017).

No ano de 2016, a crise fiscal no Brasil se agravou, e como medida de contenção de gastos públicos foi aprovada a Proposta de Emenda Constitucional PEC 241, congelando o orçamento de vários órgãos por 20 anos, incluindo o do Ministério do Meio Ambiente, alcançando corte de recursos equivalente a US\$ 100 milhões. Isso comprometeu a execução da política climática e ambiental do país (PEREIRA et al., 2019).

Nesse período também houve a aprovação da PEC 65, a qual relaxa os controles ambientais de grandes empreendimentos como rodovias e barragens na região Amazônica, limitando o poder do Ministério Público de fiscalizar, sendo permitida apenas a aplicação de medidas administrativas e não judicial o que possibilita o aumento da especulação e da grilagem de terras, e ainda o aumento do desmatamento na região. As mudanças na legislação ambiental e o corte de recursos públicos para fiscalizar os biomas pode ter facilitado a atividade de madeireiros, além de gerar maior pressão sobre os recursos naturais, com o objetivo de aumentar as exportações de *commodities* (PEREIRA et al., 2019).

Em 2018, a agenda ambiental passou por intensas modificações em sua estrutura de governança, como por exemplo, a publicação do Decreto nº 9.759/2019, determinando a extinção de todos os colegiados no âmbito do executivo federal, incluindo conselhos, comitês, comissões e fóruns, criados por decretos ou outros atos normativos inferiores (BRASIL, 2019a). O restabelecimento dos colegiados foi condicionado à limitação do número de membros, restringindo a participação da sociedade de forma apenas consultiva, sem direito a voto, e alterando a composição, com predominância de representantes do governo federal (TALANOA, 2020).

A repercussão dessa decisão do governo foi a extinção do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), criado desde 2003. O PPCDAm foi considerado referência internacional por coordenar ações interministeriais e responsável pela queda de 83% do desmatamento de 2004 a 2012, sendo descontinuado e extintas suas estruturas de governança pelo Decreto nº 9.759/2019 (MARCOVITCH; PINSKY, 2020).

No lugar do PPCDAm foi constituído via Decreto n. 10.142/2019, a Comissão Executiva para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa (Conaveg), mas somente no início de 2021 apresentou o Plano Operativo para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa 2020-2023 (Resolução CONAVEG n. 5, 2020) (MARCOVITCH; PINSKY, 2020). Esse documento é

desprovido de objetivos, metas e métricas mensuráveis, contêm apenas intenções sem apontar informações sobre investimentos necessários, fontes de recursos, e nem sobre os responsáveis por sua execução.

O Fundo Amazônia, mecanismo de captação de recursos externos baseado nos resultados de redução das emissões de GEE do desmatamento na Amazônia brasileira via doações voluntárias da Alemanha e Noruega, foi paralisado por desentendimento entre as autoridades dos países participantes pela não concordância do modo de governança proposto pelo Brasil, resultando em uma perda de US\$ 1 bilhão em fundos para ajudar a conservação da Amazônia (GARRETT et al., 2021; MARCOVITCH; PINSKY, 2020).

O desmantelamento das políticas ambientais no Brasil em prejuízo à conservação ambiental, e em especial nas últimas décadas, pode estar associado também a outro fenômeno, o das falsas controvérsias científicas ou “pseudofatos”, isto é, afirmações que têm aparência científica, mas não possuem respaldo da literatura estabelecida (RAJÃO et al., 2022). Esses pseudofatos são atribuídos a um pequeno grupo de pesquisadores, contrários às preocupações relativas à mudança climática e o desmatamento no Brasil, que buscam sistematicamente e de modo velado influenciar determinados grupos políticos, governos e a sociedade (ESTEVES, 2021; WALENDORFF, 2018). Este grupo específico se utiliza de duas estratégias para afetar as políticas de conservação ambiental, a saber, o uso indevido das credenciais científicas e a desconsideração da literatura por meio da fabricação de pseudofatos, como por exemplo, afirmando que a conservação da vasta extensão de vegetação nativa dificulta o desenvolvimento agrícola do país, sugerindo que as áreas protegidas devem ser revisadas e que a pressão internacional com relação ao rápido desmatamento da Amazônia é inapropriada (RAJÃO et al., 2022).

O caso emblemático da revisão do Código Florestal de 2012 (CF 2012) envolveu o referido grupo de pesquisadores que desempenhou papel importante no enfraquecimento do CF de 2012, pois o estudo com a falsa controvérsia a respeito dos limites potenciais para o crescimento da agropecuária brasileira sob a legislação atual foi utilizada pela bancada do agronegócio nas audiências públicas de discussão do CF de 2012, no Congresso Nacional (RAJÃO et al., 2022). O estudo utilizado argumentava que a plena aplicação do CF de 2012 não só impediria o crescimento futuro, mas também tornaria ilegal uma parte substancial da produção agrícola atual, através da estimativa de cálculo da área total em propriedades privadas considerando toda a área

do país, e aplicando as regras relacionadas às áreas de reserva legal e às áreas de proteção permanente, alegando que a implementação do CF de 2012 restringiria o uso agrícola a apenas 29% da área territorial do país, com base num cenário de interpretação mais flexível (MIRANDA et al., 2008).

No cenário com uma interpretação mais rigorosa do CF de 2012, no qual as florestas ripárias foram separadas das reservas legais, a área disponível para a agropecuária nos biomas Amazônia e Pantanal seria negativa, implicando que toda a agropecuária precisaria ser expulsa, e como consequência os estudos sugerem que a aplicação integral do CF de 2012 seria uma ameaça à agropecuária brasileira (MIRANDA et al., 2008, 2009).

Esses estudos não publicados em revistas científicas revisadas por pares foram alvos de contestação de parte da comunidade científica, representados à época pela Sociedade Brasileira para o Avanço da Ciência (SBPC) e a Academia Brasileira de Ciências (ABC). Estas publicaram uma carta aberta reforçando a necessidade de conduzir uma discussão baseada na ciência para a revisão do CF de 2012 (ABC, 2010). Posteriormente, publicaram também uma revisão conjunta que mostrou o consenso científico da necessidade de se manter as regras do CF de 2012 (SBPC; ABC, 2012).

A despeito das manifestações da comunidade científica os estudos do mencionado grupo científico foram fundamentais para promover os interesses da bancada do agronegócio e decisivos para o relaxamento das regras do CF de 2012, garantindo, entre outras regras, a anistia de 58% do desmatamento legal ocorrido antes de 2008 (RAJÃO et al., 2022; SOARES-FILHO et al., 2014). As reivindicações científicas do grupo de pesquisadores continuam sendo utilizadas até o momento por parlamentares e líderes do poder executivo em discursos dentro e fora do país, contrapondo a defesa de políticas ambientais, utilizando pseudofatos de que é necessário descartar as reivindicações científicas pró-ambientais, como se estas estivessem manchadas pela ideologia e o dinheiro de organizações internacionais, e ameaçando a soberania nacional (RAJÃO et al., 2022).

Esse quadro de redução dos esforços de controle do desmatamento do setor público e privado para melhorar a governança climática e ambiental, sobretudo da Amazônia, gerou preocupações de compradores internacionais de adquirir *commodities* brasileiras contaminadas pelo desmatamento ilegal (RAJÃO et al., 2020).

De acordo com Rajão et al. (2020), embora a maior parte da produção agrícola do Brasil seja livre do desmatamento, constatou-se que apenas 2% das propriedades na

Amazônia e no Cerrado são responsáveis por 62% de todo o desmatamento potencialmente ilegal, concentrado em áreas produtoras de soja e carne bovina para exportação, e que cerca de 20% da soja e 17% da carne bovina de ambos os biomas exportados para a UE podem estar contaminados com desmatamento ilegal.

Diante do aumento do desmatamento no período entre 2019-2020 (Figura 3), a União Europeia (UE) aumentou as críticas ao governo brasileiro, reforçando demandas pelo boicote aos produtos brasileiros, e a não ratificação do acordo comercial firmado entre a UE e o Mercosul (RAJÃO et al., 2020). Isso porque o acordo possui uma cláusula de proteção do ambiente e das condições de trabalho, incluindo um capítulo dedicado ao desenvolvimento sustentável e à conservação de florestas, destacando o respeito aos direitos trabalhistas e ao comportamento responsável das empresas (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

Além disso, está explícita uma referência ao Acordo de Paris, onde as partes se comprometeram a estabelecer ações conjuntas para lidar com as mudanças do clima, bem como para realizar a transição para uma economia de baixo carbono e o estabelecimento de outros compromissos vinculados à proteção do meio ambiente (COMISSÃO EUROPEIA, 2019). A UE e o Reino Unido estão definindo medidas legais de combate ao desmatamento importado proveniente de cadeias de suprimentos agrícolas, exigindo o cumprimento das leis de uso da terra dos países produtores (BAGER; PERSSON; REIS, 2021).

Ainda no âmbito internacional, o segmento de mercado de capitais anunciou a implementação da precificação dos fatores de ESG que passaram a ser incorporadas por fundos de investimentos internacionais como a companhia BlackRock, com atuação em mais de 25 países, que somente em 2020, alocou cerca de US\$ 39 bilhões em estratégias de investimento sustentável, aumentando os ativos sustentáveis em 41% em relação a 2019. Com isso, restringiram-se investimentos em ações de empresas desalinhadas aos modelos de negócios sustentáveis, o que configura uma possível ameaça de desinvestimento na agropecuária nacional (BLACKROCK, 2020).

Protestos de autoridades internacionais foram dirigidos ao Brasil para controle das taxas de crescimento do desmatamento e das queimadas, sobretudo no período mais recente.

Dentre os principais movimentos internacionais de repúdio ao desmatamento no Brasil, cabe destacar a carta enviada, em 2020, ao governo brasileiro por oito embaixadores europeus signatários da Parceria das Declarações de Amsterdã. Nessa

carta, os embaixadores exigiam uma ação imediata do Brasil para conter o desmatamento na Amazônia, que está na contramão do esforço europeu para eliminar o desmatamento associado às cadeias agrícolas de suprimento. A degradação dos recursos naturais no Brasil dificultava a realização de investimentos com critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) no Brasil, por parte de empresas e investidores europeus (Amsterdam Declarations Partnership, 2020).

As manifestações internacionais repercutiram no ambiente interno, suscitando pedidos de inserção da pauta ambiental na agenda econômica. Um dos exemplos dessas ações foi a carta intitulada: “Convergência pelo Brasil”. Essa, lançada em julho de 2020 e assinada por 13 ex-presidentes do Banco Central do Brasil e ex-Ministros da Fazenda, a qual indica 4 princípios necessários para a recuperação da economia nacional pós-Covid-19 (TOMBINI, 2020).

O primeiro princípio é o de alcançar uma economia de baixo carbono, provendo investimentos públicos e privados para transição da economia nacional para um padrão de emissões de carbono zero, ampliando as metas da Contribuição Nacionalmente Determinadas. O segundo consiste em zerar o desmatamento na Amazônia e no Cerrado, uma vez que esse processo corresponde a grande parte das emissões nacionais, causando anomalias no ciclo de chuvas originadas na Amazônia, o que pode afetar negativamente a agropecuária e a produção de energia hidrelétrica. Além disso, o desmatamento ocasiona prejuízos à reputação do país, ameaçando o fluxo de investimentos de capital e as trocas comerciais com parceiros externos preocupados com a agenda sustentável. O terceiro princípio visa aumentar a resiliência climática identificando as vulnerabilidades para adaptar à infraestrutura existente aos possíveis riscos climáticos. E, por fim, o quarto princípio estimula o desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisas que promovam a produtividade e a competitividade da economia no longo prazo (TOMBINI, 2020).

Essas manifestações sobre o aumento das taxas de desmatamento e suas eventuais relações com a agropecuária, podem ser uma oportunidade para o poder público e as entidades representantes desse setor se mobilizar para dissociar o desmatamento ilegal da imagem do agronegócio. Para isso, requer-se a participação mais atuante da política comercial no âmbito interno e externo, com apoio da diplomacia para demonstrar que a agropecuária está cumprindo suas metas e buscando a conversão para práticas sustentáveis de baixo carbono, como é o caso do Plano ABC (GARRETT et al., 2021).

Portanto, para evitar esse cenário negativo, o país precisa de um plano de mitigação nacional para integrar os setores da agropecuária e o de mudanças e uso da terra, articulando sistemas de Redução de Emissões de gases de efeito estufa (REDD+) de modo eficiente, transparente e com ampla participação da sociedade civil (TALANOIA, 2020).

Esse plano de mitigação nacional de emissões de GEE é representado pela PNMC, que está em vigor desde 2009 (BRASIL, 2009). A competência da política compreende as responsabilidades dos entes públicos e dos órgãos da administração pública, observando os princípios da precaução, da participação cidadã, do desenvolvimento sustentável, considerando o consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos (BRASIL, 2009). A representação científica e técnica nas deliberações sobre a PMNC era viabilizada pela participação da sociedade civil nos colegiados constituídos para abordar assuntos de setores relacionados às emissões de GEE (BRASIL, 2009).

Nesse sentido, a estrutura institucional da PNMC prevê políticas setoriais para tratar das ações de controle do desmatamento em determinados biomas, como é o caso do PPCDAM e do PPCerrado, criados a partir de 2003, no âmbito do setor de mudanças e uso da terra (UNTERSTELL, 2017a).

O Plano ABC, por sua vez, contempla ações de resposta às mudanças climáticas na agropecuária. Essas políticas possuem Comissões Executivas cuja finalidade é monitorar e acompanhar a implementação das políticas de cada setor. No entanto, a efetividade dos colegiados sofreu interferência de vários ciclos de governos na esfera federal ao longo do tempo (UNTERSTELL, 2017a).

No ano de 2009, uma auditoria do Tribunal de Contas da União (TCU) constatou evidências de que os mecanismos adotados no âmbito do governo federal sobre a PNMC davam-se de forma pulverizada entre diversos atores, com carência de previsão de execução das ações propostas e baixa divulgação dos resultados alcançados (TCU, 2009). E, apesar da existência de linhas de financiamento para fomentar as ações de preservação ambiental, essas, eram pouco utilizadas pelos potenciais usuários (TCU, 2009).

Nos anos mais recentes, período 2010-2016, a fragmentação das ações da PNMC foi adicionada com a centralização do processo decisório para o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (UNTERSTELL, 2017a). Coube ao MMA a coordenação das atividades exercidas por outros órgãos governamentais que tratavam do tema das

mudanças climáticas. Anteriormente, os compromissos nacionais no âmbito da UNFCCC eram de responsabilidade do Ministério da Ciência e Tecnologia (UNTERSTELL, 2017).

O diagnóstico da trajetória da PNMC é de que a governança da política se encontra fragmentada, carente de uma liderança executiva clara e estratégica com foco na convergência das ações de governo com seus projetos (TALANOA, 2020; TCU, 2009; UNTERSTELL, 2017b). Necessita definir novas competências e gerar senso de urgência ao cumprimento dos compromissos climáticos (TCU, 2009). E ainda, reabilitar a participação da sociedade no arranjo decisório para aumentar a transparência e a resiliência das decisões do Estado e restabelecer o pacto federativo no âmbito da PNMC com participação efetiva de Estados e municípios (TALANOA, 2020).

As mudanças ocorridas nos últimos anos mostram uma fragmentação das redes institucionais e de apoio ao combate ao desmatamento no país. Assim, para reverter essa situação é necessário integrar as ações dos planos setoriais e dos instrumentos de financiamento (Fundo Clima, Fundo Amazônia e ABC) fomentando uma estrutura de monitoramento transparente e unificada (MARCOVITCH; PINSKY, 2020). Avançar na efetivação dos mecanismos de precificação de carbono definindo uma instância reguladora para implementação do marco regulatório disposto em lei, articulando ações entre o governo federal, estaduais, o setor privado e as ONGs (TALANOA, 2020; UNTERSTELL, 2017).

A retomada da governança ambiental deve ser pautada por medidas efetivas, como investimentos na estrutura de planejamento, controle e execução de monitoramento (GARRETT et al., 2021). Ainda, deve valorizar as ações de fiscalização para reprimir atividades ambientais ilegais nos biomas, sendo essa a condição primordial para conter o avanço do desmatamento (VIEIRA et al., 2022).

Além disso, a situação da governança da PNMC afeta não somente a área institucional da política climática, mas também impacta setores da economia, como é o caso da agropecuária (REIS et al., 2021). Dessa forma, é preciso demonstrar que as políticas setoriais de mudança do clima podem ser utilizadas efetivamente como instrumento de estratégia comercial, alinhando a economia do país para uma agenda ambiental positiva (GARRETT et al., 2021). Ainda, é preciso criar iniciativas de sinergia entre os setores, para comprovar que a produção pode ser conduzida conforme os preceitos da sustentabilidade, de modo a reabilitar o protagonismo do Brasil nas discussões internacionais (ARIMA et al., 2014; REIS et al., 2021).

Assim, no que se refere à agropecuária, a efetiva execução das regras do Código Florestal oferece uma alternativa interessante para mostrar o compromisso do setor com o desenvolvimento sustentável (REIS et al., 2021). Nesse sentido, ações como a revisão e a finalização do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e a regularização fundiária permitem consolidar a agricultura sustentável e, sobretudo, a redução dos conflitos sociais relacionados à posse da terra (SPAROVEK et al., 2019). Assegurar o cumprimento do Código Florestal pelos produtores certifica a produção de alimentos de forma consciente com a proteção dos recursos naturais (GUERIN; ISEMHAGEN, 2013).

A regularização da propriedade, relativa ao Código Florestal, pode ser condicionada por meio de regras de concessão de crédito rural ao produtor (BRASIL, 2012a). A regularidade do setor sobre o Código Florestal pode ainda promover a abertura de novos mercados e de uma garantia para consolidação de acordos multilaterais, representando aumento de receitas aos produtores (SOTERRONI et al., 2018). Outra medida que pode beneficiar a agropecuária é por intermédio da instituição do novo ciclo do Plano ABC, desde que esse contemple as necessidades regionais, simplificando as regras do Programa de crédito do Plano, com elaboração de subprogramas e de linhas de crédito destinados à agricultura familiar e pequenos produtores (GIANETTI; FERREIRA FILHO, 2021).

Por fim, a implementação de uma plataforma digital para acompanhamento da produção dos complexos agropecuários é uma forma de rastrear o comércio e identificar o perfil dos riscos e oportunidades da cadeia de abastecimento e avaliar a produção, introduzindo o setor no modelo de transparência de economias sustentáveis (REIS et al., 2021).

Em síntese, a priorização da agenda climática no país pode contribuir para a agropecuária aprimorar sua política de redução de emissão de gases de efeito estufa e, conseqüentemente, atrair ganhos produtivos e de marketing (GARRETT et al., 2021). Além disso, ela ainda pode gerar renda ao setor por meio da oferta de serviços ambientais disponíveis e da geração de créditos de carbono, com a regulação do mercado e dos meios de precificação estabelecidos em acordos ambientais (MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016).

Do contrário, dificilmente o desmatamento e a degradação ambiental serão desvinculados da agropecuária, se não houver alteração na forma de governança da PNMC com efetiva coordenação entre as esferas de governos, privada e da sociedade

civil para redução de ilegalidades, alinhados às principais iniciativas de conformidade ambiental, com destaque para: i) regularização da titulação de posse de terras agrícolas e alocação de florestas públicas para categorias de uso legal como áreas protegidas, assentamentos rurais e terras indígenas (SPAROVEK et al., 2019); ii) incentivos à pesquisa e conservação dos biomas (VIEIRA et al., 2022); iii) cumprimento rigoroso das leis ambientais, apoiado no controle social transparente das alterações legislativas de viés predatório (GARRETT et al., 2021); iv) mudança do modo de produção da agropecuária extensiva para a intensiva, com ênfase na alta eficiência técnica nas áreas consolidadas, evitando a expansão da fronteira agrícola sobre regiões de florestas (GARRETT et al., 2018; PELLENZ; ALMEIDA; LIRIO, 2021); v) incentivos fiscais e pagamentos por serviços ambientais prestados a produtores rurais (CELENTANO, 2022); vi) intensificar a verificação das áreas de fornecimento de *commodities* sustentáveis (LYONS-WHITE et al., 2020); e vii) garantir maior participação dos cientistas nos debates públicos e subsídios a tomada de decisão governamental, selecionados com base em seu histórico de pesquisa e respeitos entre seus pares (RAJÃO et al., 2022).

Nesse contexto, o descontrole da governança climática e o descumprimento de metas dispostas em Acordos Internacionais podem gerar consequências negativas ao agronegócio brasileiro como, por exemplo, boicotes ao consumo de produtos de base agropecuária, desinvestimentos, barreiras comerciais, redução da renda dos produtores rurais e da arrecadação de tributos pelo país (COMISSÃO EUROPEIA, 2019; FISCHER; GIESSEN; GÜNTER, 2020; LYONS-WHITE et al., 2020; REIS et al., 2021; TOMBINI, 2020b).

4. Considerações Finais

O setor de Mudanças e Uso da Terra é o principal responsável pelas emissões nacionais de GEE. A agropecuária responde por parte significativa das emissões, contudo, há outras atividades, como a indústria de extração madeireira, a grilagem de terras e o estabelecimento de assentamentos humanos sem os critérios adequados, que competem para a geração e conversão de maneira desordenada de extensas áreas de florestas em pastagens.

A participação da agropecuária nas emissões nacionais de GEE foram estimadas, entre 517 e 577 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e), quantitativo este abaixo do limite de 730 MtCO₂e (GW-AR2) estipulado pela PNMC.

Ademais, a agropecuária nacional buscou alternativas para equalizar os níveis de emissões por meio de uma política de baixo carbono, o Plano ABC, porém com fragilidades, a exemplo do não alcance pleno das metas de aumento de florestas plantadas e de recuperação de pastagem degradadas. O Plano ABC estabeleceu metas de mitigação de 132,9 a 162,9 milhões de toneladas equivalente de dióxido de carbono (CO₂) para o período determinado de 2010 a 2020. A meta do Plano foi cumprida parcialmente, em 77%, com a mitigação de 100,2 a 154 Mg CO₂eq, até o ano de 2018.

Porém, previu-se o aporte de recursos de R\$ 197 bilhões, previsto para o primeiro ciclo do Plano ABC, no período de 2010 a 2020. Entretanto, o desembolso total foi de apenas R\$ 20,5 bilhões, ou seja, menos de 15% do previsto. Esses dados inferem que o cumprimento da meta do Plano ABC anunciada, além da iniciativa pública, envolveu a participação direta de diversos setores da sociedade como: produtores rurais, organizações e cooperativas rurais, que, a partir de recursos próprios ou através de empréstimos junto às instituições bancárias fomentaram o alcance da mitigação anunciada pelo governo.

Dessa forma, identificou-se que tanto o Plano quanto o Programa ABC carecem de ajustes para que seja iniciado um novo ciclo de desenvolvimento dessa política, visando contemplar maior número de produtores, incluindo os pequenos produtores que compreendem a agricultura familiar, além de dar maior enfoque às necessidades ambientais regionais, sobretudo no sentido de expandir o alcance das políticas para regiões fora do Centro-Sul do país.

Salienta-se que outras iniciativas de baixo carbono da agropecuária também foram implementadas, como a Moratória da Soja, que reduziu o desmatamento do complexo soja de 30%, no período 2001-2006, para aproximadamente 1% até o ano de 2014, no Bioma Amazônia.

Apesar dos esforços do setor agropecuário, as emissões nacionais por conta do aumento do desmatamento entre 2009 e 2020, ocasionou o descumprimento da meta de redução estipulada na PNMC, limitada a 2.068 MtCO₂e, que foi ultrapassada em 5%. Além disso, o país descumpriu a meta prevista na NDC brasileira de redução de 80% do desmatamento, ou seja, de 3.925 km²/ano.

O contexto da ascensão das taxas de desmatamento na Amazônia trouxe efeitos negativos, como o prejuízo para a reputação e a imagem do setor da agropecuária, que foi impactado negativamente no contexto nacional e internacional, sobretudo nos anos de 2019 e 2020. Nesse período, o país se encontrava em crise institucional e econômica, sendo estabelecido o congelamento de recursos a vários órgãos do executivo federal, entre os quais, o do Ministério do Meio Ambiente, responsável pela condução da governança climática do país.

Ainda, houve decisões de governos em prejuízo às políticas do clima e controle do desmatamento. Essas decisões políticas tiveram o apoio de um pequeno grupo de pesquisadores, que por meio do uso indevido de credenciais científicas e da desconsideração da literatura consolidada, construíram estudos sem respaldo da comunidade científica, e que foram utilizados por parlamentares e líderes do executivo para contrapor os esforços de defesa da agenda climática e ambiental do país. O argumento utilizado era de que essas pautas estariam vinculadas à ideologias e interesses escusos de organizações internacionais para exploração das riquezas naturais do país.

Nesse contexto, manifestações de ordem nacional e internacional também foram realizadas para que o Brasil contivesse o avanço do desmatamento e das queimadas no Bioma Amazônia, colocando a governança ambiental do país à prova. Dessa forma, foi avaliada a governança da PNMC, constatando-se a fragmentação da política e a baixa representatividade da sociedade civil nos Conselhos e nas deliberações da política.

O resultado da ineficácia da PNMC está vinculado à interferência de vários governos que, desde o início de sua implementação, não priorizaram a agenda ambiental, levando a comunidade internacional a acreditar que a produção nacional se contrapunha à preservação dos recursos naturais. Diante das ameaças ao comércio, e a não aprovação de acordos multilaterais, a agropecuária necessita empreender esforços comerciais e diplomáticos para dissociar o desmatamento ilegal da produção agrícola, além de punir aqueles que realizam a produção agrícola a partir do desmatamento ilegal.

Iniciativas como o alinhamento da produção agrícola ao efetivo cumprimento do Código Florestal, por meio da regularização das propriedades rurais e a revisão e finalização do Cadastro Ambiental Rural, podem viabilizar a abertura de novos mercados e assegurar o fechamento de acordos multilaterais, gerando aumento de receitas aos produtores.

Além disso, a agropecuária conta com a possibilidade de início de um novo ciclo do Plano e do Programa ABC e, caso haja modificações na política para inclusão da agricultura familiar, e de pequenos produtores, o programa poderá alavancar a mitigação das emissões e a redução da pobreza nas regiões norte e nordeste.

Ainda no contexto comercial, a agropecuária pode implementar uma plataforma digital para o acompanhamento da produção dos complexos agropecuários, com a finalidade de rastrear o comércio e identificar o perfil dos riscos e oportunidades da cadeia de abastecimento e avaliar a produção, introduzindo o setor no modelo de transparência de economias sustentáveis.

Como visto, com a mudança na governança da PNMC, em conjunto com ações setoriais, é possível reverter o quadro atual de desmatamento e de contestações internacionais. Contudo, caso a trajetória da agenda ambiental seja mantida, a agricultura continuará sendo responsabilizada pelos desmatamentos ilegais e pela degradação ambiental, atraindo prejuízos para o setor, como barreiras comerciais, desinvestimentos e redução da renda ao produtor.

Por fim, ainda há espaço para novos trabalhos sobre o tema, por exemplo, estudos sobre o setor agropecuário no contexto do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE), o que não foi explorado nesta pesquisa. Assim, em trabalhos futuros pretende-se analisar outras ações estabelecidas pela agropecuária para mitigar suas emissões de GEE.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). **Carta da SBPC e ABC sobre as mudanças no Código Florestal – ABC**, 2010. Disponível em: <https://www.abc.org.br/2010/10/27/carta-da-sbpc-e-abc-sobre-as-mudancas-no-codigo-florestal/>. Acesso em: 30 de abril de 2022.
- AGROICONE. 2020. **Plano ABC: Evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030**. Disponível em: <http://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf>. Acesso em: 6 de abril de 2021.
- AMSTERDAM DECLARATIONS PARTNERSHIP. **Open Letter to Vice President Mourão from the Amsterdam Declarations Partnership**. Disponível em: <https://brasil.diplo.de/blob/2385170/4df777b4179c6e3b72d8573f76c592b4/%20open-letter---amsterdam-declarations-partnership--adp--data.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2021.
- ANGELSEN, A. Policies for reduced deforestation and their impact on agricultural production. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S. l.], v. 107, n. 46, p. 19639–19644, 16 nov. 2010. Disponível em: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0912014107>. Acesso em: 9 de março de 2021.
- ARIMA, E. Y. et al. Public policies can reduce tropical deforestation: Lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, v. 41, p. 465–473, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). 2020. **Beef Report Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>. Acesso em: 13 de maio de 2021.
- BAGER, S. L.; PERSSON, U. M.; REIS, T. N. P. DOS. Eighty-six EU policy options for reducing imported deforestation. **One Earth**, v. 4, n. 2, p. 289–306, 2021.
- BARONA, E. et al. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 2, p. 024002, 2010.
- BISPO, L. G.; PIMENTEL, G. A. Agricultura na Amazônia Legal e sua relação com o desmatamento: Uma análise a partir dos censos demográficos e agropecuários de 1996 e 2006. **Revista de Administração de Roraima - RARR**, v. 7, n. 2, p. 244, 2018.
- BLACKROCK. **Committed to sustainability | BlackRock**. Disponível em: <https://www.blackrock.com/corporate/sustainability/committed-to-sustainability>. Acesso em: 22 de março de 2021.
- BRASIL. Banco Central do Brasil. Resolução nº 3.896 de 17 de agosto de 2010. Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (ProgramaABC). Brasília, DF, p. 4, 18 ago. 2010. Disponível em:

https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/busca/downloadNormativo.asp?arquivo=/Lists/Normativos/Attachments/49552/Res_3896_v1_O.pdf. Acesso em: 7 de abril de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. **Diário Oficial da União**: 11 de abril de 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9759.htm. Acesso em: 27 de setembro de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 10.606, de 22 de janeiro de 2021. Institui o Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura e o Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. **Diário Oficial da União**: 22 jan. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou>. Acesso em: 27 de setembro de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 10.431, de 20 de julho de 2020. Institui a Comissão Executiva Nacional do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. **Diário Oficial da União**: 21 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10431.htm. Acesso em: 27 de setembro de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 5, 29 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.187%2C%20DE%20%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202009.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20sobre,Art. Acesso em: 16 de março de 2021.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Prevê a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: v. Maio 25, 2012, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

BUAINAIN, A. M. et al. (EDS.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1a edição ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

CÂMARA DE COMÉRCIO EXTERIOR (CAMEX). 2019. Disponível em: <http://www.camex.gov.br/noticias-da-camex/2229-mercosul-e-ue-fecham-maior-acordo-entre-blocos-do-mundo>. Acesso em: 22 de março de 2021.

CELENTANO, D. Forest restoration to promote a fair post COVID-19 recovery in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, p. 4, 2022.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **EXPORT/CEPEA: Volume e faturamento com exportações do agro em 2020 são**

recordes - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA-Esalq/USP. Desenvolvimento de Sites. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/export-cepea-volume-e-faturamento-com-exportacoes-do-agro-em-2020-sao-recordes.aspx>. Acesso em: 6 de setembro de 2021.

CHECHI, L.; GRISA, C. Dos acordos globais às interpretações locais sobre agricultura sustentável: tradução e implementação do Plano e do Programa ABC. **Confin**, n. 46, 23 de junho de 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. 2019. **European Commission**. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/qanda_19_3375. Acesso em: 22 de março de 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Elementos-chave do acordo comercial UE-Mercosul**. 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/qanda_19_3375. Acesso em: 22 de março de 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2021. **Boletim da Safra de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 7 de setembro de 2021.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020**. Brasília, 2021. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf. Acesso em: 29 de outubro de 2021.

DIAS, D. O.; MIZIARA, F. The Cerrado as a national heritage: the inclusion of Cerrado in the article 225, §4o of the Federal Constitution. **Revista Cerrados**, v. 19, n. 02, p. 20, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8240168>. Acesso em: 06 de outubro de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2020. **Mitigação das emissões de Gases de Efeitos Estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC: estimativas parciais**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215371/1/Manzatto-emissoes-gases-2020.pdf>. Acesso em: 7 de setembro de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2021a. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>. Acesso em: 7 de setembro de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2021b. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC210.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2021.

ESTEVEZ, B. O fabulador oculto. **Revista Piauí**, 2021. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/o-fabulador-oculto/>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

EUSTÁQUIO, J. et al. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. **Conservation Biology**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 680–688, jun. 2005. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>. Acesso em: 9 de março de 2021.

FISCHER, R.; GIESSEN, L.; GÜNTHER, S. Governance effects on deforestation in the tropics: A review of the evidence. **Environmental Science & Policy**, v. 105, p. 84–101, 2020.

GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. The new economic geography of land use change: Supply chain configurations and land use in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, [S. l.], v. 34, p. 265–275, set. 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837713000574>. Acesso em: 9 de março de 2021.

GARRETT, R. D. et al. Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 53, p. 233–243, novembro. 2018.

GARRETT, R. D. et al. Forests and Sustainable Development in the Brazilian Amazon: History, Trends, and Future Prospects. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 46, n. 1, p. 625–652, 2021.

GLOBAL DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT INSTITUTE (GDAE). **Microeconomics and the Environment**. Tufts University. 2015. Disponível em: <http://ase.tufts.edu/gdae>. Acesso em: 11 de maio de 2021.

GIANETTI, G. W.; FERREIRA FILHO, J. B. de S. O Plano e Programa ABC: uma análise da alocação dos recursos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 59, n. 1, p. e216524, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032021000100203&tlng=pt. Acesso em: 5 de abril de 2021.

GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N. F. Brazil's Soy Moratorium. **Science**, [S. l.], v. 347, n. 6220, p. 377–378, 23 jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.aaa0181>. Acesso em: 4 de março de 2021.

GUERIN, N.; ISEMHAGEN, I. **Plantar, criar e conservar: unindo produtividade e meio ambiente** Instituto Socioambiental, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/997288/1/2013Criarplantarconservarembraaagrossilvipastoril.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

GUIDOTTI, V. *et al.* Números Detalhados do Novo Código Florestal e suas Implicações para os PRAs. [S. l.], , p. 10, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal em 2020 foi de 10.851 km²**. 2021a. Disponível em:

http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5811. Acesso em: 6 de setembro de 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2021b. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 17 de fevereiro de 2021.

KOHLER, M. R. *et al.* O desmatamento da Amazônia brasileira sob o prisma da pecuária: a degradação dos recursos hídricos no contexto da região norte de Mato Grosso. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. 24, 2021.

LYONS-WHITE, J. *et al.* Rethinking zero deforestation beyond 2020 to more equitably and effectively conserve tropical forests. **One Earth**, v. 3, n. 6, p. 714–726, 2020.

MAPBIOMAS BRASIL. 2021a. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2021.

MAPBIOMAS BRASIL. 2021b. **Mapbiomas Brasil | Estatísticas**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas>. Acesso em: 6 de setembro de 2021.

MARCOVITCH, J.; PINSKY, V. Bioma Amazônia: atos e fatos. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 34, n. 100, p. 83–106, dez. 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142020000300083&tlng=pt. Acesso em: 20 de março de 2021.

MESSIAS, C. G.; SILVA, D. E. Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia Legal Brasileira nas últimas três décadas. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 52, p. 25, 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2021. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 11 de março de 2021.

MIRANDA, E. E. DE *et al.* O alcance da legislação ambiental e territorial. **AgroAnalysis**, v. 28, n. 12, p. 26–31, 2008.

MIRANDA, E. E. *et al.* **Alcance Territorial da Legislação Ambiental e Indigenista - Embrapa Monitoramento por Satélite**. 2009. Disponível em: <http://web.archive.org/web/20090502101555/http://www.alcance.cnpm.embrapa.br/index.htm>. Acesso em: 30 de abril de 2022.

MOUTINHO, P.; GUERRA, R.; AZEVEDO-RAMOS, C. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: What is missing? **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 4, p. 000125, 1 jan. 2016.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. 2020. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/bases-para-proposta-de-ndc-para-o-brasil-nota-tecnica/>. Acesso em: 3 de março de 2021.

OBSERVATÓRIO DO PLANO ABC. **Análise dos Recursos do Programa ABC - Instituições financeiras privadas - Safra 2015/2016**. [s.l.] ABC Observatório, 2016. Disponível em: http://observatorioabc.com.br/wp-content/uploads/2016/10/Sumario_ABC_Primeiro_Final-ComFotos.pdf. Acesso em: 7 de outubro de 2022.

PELLENZ, J. DE L. DA V.; ALMEIDA, M. DE; LIRIO, V. S. Eficiência técnica agropecuária e desmatamento: análise espacial para a Amazônia legal brasileira. **Estudios económicos**, v. 38, n. 77, p. 119–146, 3 maio 2021.

PEREIRA, E. et al. Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest. **Environmental Science & Policy**, v. 100, p. 8–12, 2019.

PFAFF, A. S. P. What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? **Journal of Environmental Economics and Management**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 26–43, jan. 1999. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0095069698910567>. Acesso em: 9 de março de 2021.

RAJÃO, R. et al. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246–248, 2020.

RAJÃO, R. et al. The risk of fake controversies for Brazilian environmental policies. **Biological Conservation**, v. 266, p. 109447, 2022.

REIS, T. N. P. DOS et al. Trading deforestation—why the legality of forest-risk commodities is insufficient. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 12, p. 124025, 1 dez. 2021.

RIVERO, S. *et al.* Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 41–66, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 16 de fevereiro de 2021.

SANTOS, M. A. DOS. **Impactos econômicos do Novo Código Florestal, no Brasil, 2010 a 2030: uma análise integrada com base nos modelos GLOBIOM-Brasil e TERM-BR**. Doutorado em Economia Aplicada—Piracicaba: Universidade de São Paulo, 27 ago. 2018.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG BRASIL). 2020. **Análise das emissões brasileiras de GASES DE EFEITO ESTUFA e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2020)**. [s.l.] SEEG, 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf. Acesso em: 3 fev. 2022.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG BRASIL). 2021. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>. Acesso em: 11 de março de 2021.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, 25 abr. 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC); ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). **The Brazilian Forest Code and Science: Contributions to the dialogue. In: Forest Code Working Group - SBPC and ABC**. 2012. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/CodigoFlorestal_ingles.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2022.

SOTERRONI, A. C. et al. Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 7, p. 074021, 2018.

SPAROVEK, G. et al. Who owns Brazilian lands? **Land Use Policy**, v. 87, p. 104062, 2019.

TALANOA. 2020. **A política nacional de mudança do clima em 2020**. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Mudanc%CC%A7a-de-Clima.pdf>. Acesso em: 2 de abril de 2021.

TCU. 2009. **Tribunal de Contas da União**. Disponível em: https://contas.tcu.gov.br/ords/f?p=9577:32:1768408408380::NO::P32_ID_NOTICIA,P32_ID_CATEGORIA:121188,542. Acesso em: 8 de abril de 2021.

TERRABRASILIS. 2021. **PRODES (Desmatamento)**. Disponível em: <http://terrabilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/cerrado/increments>. Acesso em: 1 de abril de 2021.

TOMBINI, A. **Convergência pelo Brasil - Leia a carta na íntegra. Convergência Pelo Brasil**, 2020. Disponível em: <http://convergenciapelobrasil.org.br/leia-a-carta-na-integra/>. Acesso em: 22 de março de 2021.

UNFCCC. **Contribuições Nacionalmente Determinadas**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/nationally-determined-contributions-ndcs>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

UNFCCC. 2021b. **NDC Registry**. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2021.

UNTERSTELL, N. **Como se governa a política de mudança do clima hoje? Diagnóstico do desenho e da evolução dos arranjos de governança**. Instituto Clima e Sociedade, 2017. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/como_se_governa_a_pnmc_no_brasil_hoje.pdf. Acesso em: 3 de fevereiro de 2022.

VIEIRA, L. T. A. et al. Reviewing the Cerrado's limits, flora distribution patterns, and conservation status for policy decisions. **Land Use Policy**, v. 115, p. 106038, 1 abr. 2022.

WALENDORFF, R. **Meio Ambiente: fim da 'indústria de multas' está entre propostas de Evaristo de Miranda**. Disponível em:

<https://www.canalrural.com.br/noticias/meio-ambiente-evaristo-industria-multas/>.
Acesso em: 30 de abril de 2022.

ARTIGO 2 – ANÁLISE ECONÔMICA DA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL DEGRADADAS EM PROPRIEDADES RURAIS

RESUMO

Este artigo analisou, para o Bioma Cerrado, o custo de oportunidade das formas de alternativas de restauração de áreas de reserva legal degradadas para adequação ambiental. Para isso, utilizaram-se como estudo de caso as culturas da soja e do milho safrinha, ano safra 2021/2022 de uma propriedade hipotética, localizada na região centro sul do estado de Mato Grosso do Sul. A análise avaliou a rentabilidade dessas atividades, em razão dos custos de restauração de reserva legal, a serem incorporados aos custos de produção, com aplicação da metodologia do valor presente líquido e do índice de lucratividade. Dessa forma, pretendeu-se avaliar o impacto econômico de recuperar, ou de compensar o déficit de reserva legal pela aquisição de cotas de reserva ambiental (CRA), negociadas em bolsa de valor. Os resultados indicaram que a regeneração natural tem um custo de oportunidade por hectare semelhante à rentabilidade da produção das culturas, sendo a alternativa mais onerosa ao produtor. A simulação de compra de um título no mercado de compensação possibilitou verificar que a aquisição de CRA, correspondeu em média a 32% do valor do custo de oportunidade de regeneração natural da soja, e de 55% no caso do milho. Portanto, a negociação de excedente de reserva legal para compensação entre regiões com maior índice produtivo e outras com menor aptidão produtiva, se orientado por estratégia que equilibre a conservação e a produção, pode resultar em ganhos econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Reserva Legal, Cota de Reserva Ambiental, Custo de Oportunidade.

ABSTRACT

This paper analyzed, for the Cerrado Biome, the opportunity cost of alternative forms of restoration of degraded legal reserve areas for environmental adequacy. For this, it was used as a case study the soybean and corn crops, harvest year 2021/2022 of a hypothetical property, located in the central southern region of the state of Mato Grosso do Sul. The analysis evaluated the profitability of these activities, due to the restoration costs of the legal reserve, to be incorporated into the production costs, with the application of the net present value methodology and the profitability index. In this way, it was intended to evaluate the economic impact of recovering, or compensating for the deficit of legal reserve by the acquisition of environmental reserve quotas (CRA), traded on the stock exchange. The results indicated that natural regeneration has an opportunity cost per hectare similar to the profitability of crop production, being the most expensive alternative for the producer. The simulation of the purchase of a security in the clearing market made it possible to verify that the acquisition of CRA, corresponded on average to 32% of the value of the opportunity cost of natural regeneration of soybean, and 55% in the case of corn. Therefore, the negotiation of surplus of legal reserve for compensation between regions with higher productive index and others with lower productive aptitude, if guided by a strategy that balances conservation and production, can result in economic and environmental gains.

Key words: Legal Reserve, Environmental Reserve Quota, Opportunity Cost.

1. Introdução

A preservação da vegetação nativa é valorizada, uma vez que fortalece os serviços ecossistêmicos essenciais e a biodiversidade, o que beneficia toda a sociedade. Entretanto, a concorrência pelo uso da terra pode ser intensificada por intermédio da crescente demanda por alimentos e biocombustíveis (FREITAS et al., 2017).

Do ponto de vista de garantia de preservação ambiental, no âmbito da agropecuária, a legislação brasileira ao longo do tempo, e em especial, o Código Florestal, introduzido em 1934 e revisto em 2012, definiu a criação de áreas de vegetação nativa dentro das propriedades rurais, denominada de Área de Reserva Legal (ARL)¹, bem como as Áreas de Preservação Permanente (APP)² (REIS et al., 2021). A ARL tem como característica a prestação de múltiplos serviços nos ecossistemas, e o uso sustentável dos recursos naturais em propriedades rurais. A APP é definida como espaços reservados a corredores ribeirinhos, declives íngremes e outros ecossistemas sensíveis (METZGER et al., 2019).

A exigência de reserva legal varia de acordo com o bioma, sendo de 80% quando a propriedade está situada em área de vegetação florestal na Amazônia, 35% na transição entre a Amazônia e o Cerrado, e de 20% para os biomas; Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa (METZGER et al., 2019).

Para proteção dessas áreas, o Código Florestal de 2012 (CF 2012) incorporou novos mecanismos de proteção da vegetação nativa em propriedades rurais, principalmente, o Cadastro Ambiental Rural (CAR); e o Programa de Regularização Ambiental (PRA) (BRASIL, 2012b; METZGER et al., 2019; PACHECO et al., 2017).

O CAR possibilita que a União e os estados identifiquem a localização e a situação de adequação ambiental de cada imóvel rural. O PRA, por sua vez, possibilita aos estados orientar e acompanhar os produtores rurais na elaboração e no desenvolvimento de ações de recomposição de áreas com passivo ambiental nas suas propriedades, seja em ARL, APP ou de Uso Restrito (EMBRAPA, 2021).

¹ Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, Lei 12.651/2012, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

² Área de Proteção Permanente: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Desse modo, para balizar os diferentes tipos de uso da terra, o CF de 2012 manteve a utilização de instrumentos econômicos de gestão ambiental para compensação de déficits de ARL, a exemplo da Cota de Reserva Ambiental (CRA), que no CF de 1965 era denominado de Cota de Reserva Florestal (FERREIRA et al., 2021).

Segundo Nogueira e Pereira (1999), os instrumentos econômicos, como o mercado de compensação de ARL, se sobressaem aos instrumentos de comando e controle que regulam a fiscalização de agentes poluentes através de normas e aplicação de sanções.

Os instrumentos econômicos são significativos do ponto de vista da eficácia e da eficiência alocativa, conferindo alcance de resultados com menor custo para a sociedade. O contrário ocorre com instrumentos de comando direto, onde à medida que a crise ambiental se acentua, os custos de resolução tendem a aumentar consideravelmente (NOGUEIRA; PEREIRA, 1999).

Apesar da existência de instrumentos de comando e controle, representados pelo arcabouço legal com o propósito de conter o passivo ambiental, a perda de floresta no Brasil é crescente, com déficit estimado em 19 milhões de hectares (Mha), considerando as regras do CF de 2012 (GUIDOTTI et al., 2017).

A compensação desse déficit poderia contribuir para o cumprimento da meta de restauração de 12 Mha de florestas até 2030, estabelecido na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil (BRASIL, 2021). Essa meta, entre outras, foi firmada na intenção de colaborar para uma provável manutenção da temperatura global inferior a 2°C, em relação aos níveis pré-industriais (BRASIL, 2021).

No contexto da contribuição do agronegócio para mitigação desses indicadores ambientais adversos, o objetivo deste estudo foi analisar o custo de oportunidade das formas de restauração de áreas de reserva legal degradadas para adequação ambiental em uma propriedade rural hipotética, localizada na região Centro Sul do estado de Mato Grosso do Sul, durante o ano safra 2021/2022.

A realização da pesquisa utilizou-se da técnica de estudo de caso, para especificamente: i) analisar e comparar o custo de oportunidade por hectares da recuperação natural de reserva legal, e da compensação pela aquisição de cotas de reserva ambiental (CRA); ii) simular a compra e a venda de CRA em bolsa de mercadorias; e, iii) avaliar a melhor alternativa de restauração de reserva legal, com menor impacto na rentabilidade por hectares da produção das culturas mencionadas, antes e depois da regularização ambiental do imóvel.

A partir dos resultados alcançados espera-se contribuir com informações para a tomada de decisão do produtor rural acerca de qual modalidade de adequação ambiental adotar na propriedade, bem como de cooperar com a redução do déficit de ARL em estabelecimentos rurais.

A pesquisa foi estruturada em cinco seções, além desta introdução. Na segunda seção realizou-se uma revisão bibliográfica. A terceira seção abordou a metodologia utilizada no trabalho. Na quarta seção foram apresentados os resultados encontrados e a discussão e, por fim, na quinta foi destinada às considerações finais.

2. Revisão Bibliográfica

Esta seção tratou da fundamentação teórica do trabalho, abordando conceitos de mecanismos de proteção às vegetações nativas contidas na legislação ambiental, a discussão sobre o déficit de reserva legal e das modalidades de restauração de área de reserva legal. Também foram apresentados os estudos utilizados para compreensão do impacto do custo de oportunidade de restauração de área de reserva legal na rentabilidade do produtor rural.

2.1 Revisão Teórica

2.1.1 Evolução do Código Florestal e os Mecanismos de Proteção das Vegetações Nativas

No início da constituição das leis ambientais no Brasil havia a tendência de se priorizar as demandas do comércio internacional, através do monopólio da exploração do meio ambiente, ou seja, a visão era predominantemente antropocêntrica. Entretanto, com o passar do tempo, essa relação do homem com o meio ambiente foi sendo questionada (SPAROVEK et al., 2011).

O Quadro 1 demonstra a linha do tempo, das principais leis ambientais brasileiras, durante o período entre 1934 a 2012.

Quadro 1. Histórico da legislação ambiental brasileira, período: 1934-2012.

Ano	Legislação
1934	Código Florestal de 1934, Decreto Federal n. 23.793 - Restrição à destruição de "florestas protetoras", mas sem critérios para delimitação dessas áreas na propriedade rural. A área mantida com floresta não precisava ser desapropriada pelo Estado.
	Código das Águas, Decreto n. 24.643, de 1934. Dispõe sobre o acesso, uso e conservação dos recursos hídricos no país.
1965	Código Florestal de 1965, Decreto Federal n. 7.731 - Estabelecimento de "Áreas de Preservação Permanente", com critérios objetivos para sua delimitação, e definição de uma porcentagem máxima da propriedade que pode ser desmatada e mantida como Reserva Legal.
1981	Política Nacional de Meio Ambiente, Lei Federal n. 6.938, de 1981. Compatibiliza o desenvolvimento econômico e social com a conservação do meio ambiente.
1988	Constituição Federal Brasileira de 1988, Art. 225 § 1°. Garante o direito ao meio ambiente equilibrado e incumbe o Poder Público de zelar pela proteção e recuperação dos ecossistemas nativos.
1989	Complementações ao Código Florestal de 1965. Lei Federal n. 7.803 - Ampliação das Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água e alteração dos critérios para definir Reservas Legais, impedindo seu parcelamento e obrigando a recuperação nos casos de déficit.
1998	Lei de Crimes Ambientais Lei n. 9.605 de 1998. Medidas reparatórias e sanções civis, administrativas e penais para danos ao meio ambiente.
2001	Complementações ao Código Florestal de 1965. Medida Provisória n. 2.166 - Ampliação da porcentagem mínima de Reserva Legal na Amazônia Legal, para conter o avanço do desmatamento na região.
2008	Decreto n. 6.514 de 2008. Regulamenta a Lei de Crimes Ambientais, Lei n. 9.605 de 1998.
2012	Lei de Proteção à Vegetação Nativa. Lei Federal n. 12.651 de 2012 - Substituição do Código Florestal de 1965 e complementos, modificando alguns critérios para a proteção da vegetação nativa e fazendo concessões aos produtores rurais para facilitar a adequação à lei.

Fonte: Adaptado de Antoniazzi et al.(2016)

O primeiro Código Florestal, que entrou em vigor no ano de 1934, continha a regulamentação da conservação das “florestas protetoras” definidas como: i) aquelas destinadas à conservação da água e do solo, fixação de dunas e áreas de risco como encostas íngremes, servindo de defesa fronteira, e de assegurar a vida de espécies raras de fauna e de salubridade pública; e, ii) manter as “quartas partes”, isto é, 25% da propriedade privada deveria ser mantida por floresta (BRASIL, 1934).

As “florestas protetoras” posteriormente seriam denominadas de ARL e APP. Após três décadas houve a reformulação do CF de 1934, através da Lei Federal nº 4.771/1965 (antigo Código Florestal), onde foi regulamentada e denominada, pela primeira vez, a ARL e a APP (BRASIL, 1965). Complementarmente, novos instrumentos legais surgiram para aperfeiçoar a Lei nº 4.771, por exemplo, a Lei nº 7.803/1989 que definiu novos critérios de ampliação da largura mínima e de obrigação de regeneração das ARL e APP – sendo que essa regra deu base ao art. 4º do Código Florestal de 2012 (BRASIL, 2012b).

A Constituição Federal de 1988 reconheceu a importância e a essencialidade de se preservar o meio ambiente, sendo um direito de todos e dever do Estado garantir sua proteção às gerações futuras (BRASIL, 1988). No ano de 1992, o Brasil sediou a Conferência das Nações Unidas, a RIO-92, onde foram debatidas questões de sustentabilidade ambiental. Posteriormente, com a influência desses debates, surgiu no ano de 1998, a Lei nº 9.605 que tipifica os crimes ambientais causados pela ação do homem na natureza, além de prever sanções administrativas e penais para crimes de ordem ambiental (SANTOS, 2018).

De acordo com Santos (2018), outra medida legal que cabe destaque, é a Medida Provisória (MPv) nº 1.511/1996, que proibia o incremento de conversão de áreas de florestas em áreas agrícolas na região Norte e na porção Norte da região Centro-Oeste. Essa medida foi reeditada por diversas vezes e, em 1997, com sua implementação, foi definida a exploração de corte raso a área mínima de 50% da propriedade em preservação com cobertura arbórea, ou de 80% caso houvesse em área arbórea a constituição de fitofisionomias florestais (BRASIL, 1996). Dessa regra, ficaram isentos os pequenos proprietários de terras, com área de até 100 hectares, pertencentes à agricultura familiar (SANTOS, 2018).

No ano de 2001 foi editada a MPv nº 2.666-67, que foi revogada e substituída pelo CF de 2012. Esta restabelecia a delimitação de reserva legal, conforme a região onde se situa a propriedade rural, sendo necessária a preservação de: i) 80% na propriedade localizada na Amazônia Legal e 35% para os imóveis localizados em área de cerrado; sendo no mínimo 20% na propriedade e 15% na forma de compensação em outras áreas, desde que ela esteja averbada e localizada na mesma microbacia; e, ii) 20% na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do país (BRASIL, 2012).

Outra legislação com vistas à proteção da vegetação nativa é a Lei nº 11.428/2006, criada para proteger o bioma Mata Atlântica, que abrange cerca de 15% do território nacional. Este bioma está presente em 17 estados, fornecendo serviços essenciais como abastecimento de água, agricultura, pesca, energia elétrica e turismo. Porém, devido ao alto grau de antropização no ano de 2022 restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente (SOSMA, 2022).

O advento do Código Florestal de 2012 (CF de 2012) consolidou as normas gerais de proteção da vegetação nativa em propriedades privadas, regulamentando o controle e a prevenção de incêndios florestais, além da previsão de instrumentos

financeiros e econômicos. O objetivo do CF de 2012 é assegurar que a exploração do solo seja harmônica e sustentável, em termos de preservação dos recursos naturais (BRASIL, 2012). Além disso, considera a importância das florestas na absorção dos gases de efeito estufa, equilíbrio da temperatura e regularidade do volume das chuvas (METZGER et al., 2019c; PACHECO et al., 2017).

A legislação ambiental definiu as modalidades de áreas naturais de preservação, incluindo a APP e a ARL, como os principais instrumentos para a proteção e restauração de importantes processos ecológicos (PACHECO et al., 2017).

De acordo com o CF de 2012, a regularização das áreas de APP e de ARL de propriedades e posses rurais é delimitada pelo tamanho da propriedade com menos ou mais de quatro módulos fiscais³, e o reconhecimento da ARL e APP definido como àquela existente antes e após 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012b). Esse marco temporal legal coincide com a data de promulgação do Decreto nº 6.514/2008 - que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente e regulamenta a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/1998 (BRASIL, 1998, 2008).

Outra regra que se baseou no Decreto 6.514/2008, foi a anistia das multas e sanções decorrentes dos desmatamentos ilegais realizados antes da promulgação dessa norma ambiental, a qual isentou pequenos produtores – área de até quatro módulos fiscais – de sua obrigatoriedade de recuperar áreas desmatadas (BRASIL, 2012). Essa regra dispensou a necessidade de restauração de aproximadamente 41 Mha, sendo 36,5 Mha de ARL e 4,5 Mha de APP, tendo como referência o comparativo das situações de não conformidade previsto na Lei nº 4.771/1965 (antigo Código Florestal), anterior ao ano de 2008 (GUIDOTTI et al., 2017).

Essa perspectiva de relaxamento das regras ambientais é evidenciada pela mudança na estrutura legal de proteção à vegetação nativa nos últimos anos, permitindo mais desmatamento legal para regularizar atividades econômicas, realizadas em antigas florestas e habitats naturais que foram desmatados ilegalmente (REIS et al., 2021).

Nesse ponto, Reis et al. (2021) argumentam que as alterações do CF de 2012 ocorreram dentro de um paradigma de fronteira agrícola aberta, apoiado por mecanismos de anistia legal, permitindo a conversão de terras florestais em áreas agrícolas. Essas alterações na legislação ambiental foram causadas pelo efeito da

³ A Lei nº 8.629/93, no art. 4º, II, define o módulo fiscal como parâmetro de classificação fundiária de imóvel rural quanto a sua dimensão, sendo entendido como pequena propriedade o imóvel rural de área compreendida entre 1 (um) e 4 (quatro) módulos fiscais.

pressão política para revisar e garantir o perdão do passivo ambiental, bem como das multas aplicadas por desmatamento ilegal antes do ano de 2008 (REIS et al., 2021).

Os agentes envolvidos politicamente, principalmente os ambientalistas e ruralistas, possuem visões distintas. Os ambientalistas consideram o CF de 2012 brando demais para conter o desmatamento; enquanto os ruralistas apontam que as novas regras ocasionam entraves ao desenvolvimento agrícola (FERREIRA et al., 2021; SOARES-FILHO, 2013).

Como consequência da anistia das multas ambientais previstas no CF de 2012, projetou-se a extinção de mais de 100.000 espécies animais e vegetais, além do acréscimo substancial das emissões de dióxido de carbono (CO₂) (METZGER et al., 2010).

Em sentido oposto, a reversão da anistia das multas via restauração obrigatória dessas áreas desmatadas ilegalmente possui a capacidade de criação de 12,9 Mha de novas áreas florestais (SOTERRONI et al., 2018). A execução do programa de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente previsto no art. 41 do CF de 2012, porém ainda não implementado, poderia estimular a conservação de ARL e APP, através do pagamento por serviços ambientais prestados aos titulares dessas áreas (MOUTINHO; GUERRA; AZEVEDO-RAMOS, 2016).

Nessa conjuntura, as regras de regularização do passivo ambiental em APP e ARL de áreas consolidadas antes de 22 de julho de 2008, são realizadas em três etapas: i) inscrição, análise e validação do Cadastro Ambiental Rural (CAR); ii) pedido de adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), apresentação e validação do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADA), e da assinatura do Termo de Compromisso (TC); e iii) efetiva recuperação dos passivos de APP e ARL e o monitoramento do TC (CHIAVARI; LOPES; ARAUJO, 2020).

Para regularização de passivo em APP e ARL após 22 de julho de 2008, os parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal são mais restritivos, determinando a suspensão imediata das atividades irregulares em APP e ARL, e obrigando a recomposição da vegetação suprimida, conforme as regras gerais de restauração de competência de cada estado (CHIAVARI; LOPES; ARAUJO, 2020).

No caso de propriedade rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, denominada de área rural consolidada, a certificação de remanescentes de vegetação nativa, de APP, de ARL e de área de Uso Restrito, inicialmente é efetuada pelo cadastro do imóvel no CAR (EMBRAPA, 2021b).

O CAR é um sistema eletrônico de abrangência nacional, habilitado para reunir as informações de todas as propriedades e posses rurais do país. O objetivo do CAR é de compor uma base de dados para controle, monitoramento e planejamento ambiental e econômico, e de combate ao desmatamento ilegal (EMBRAPA, 2021b).

O cadastramento no CAR é obrigatório a todos os imóveis rurais públicos e privados, assentamentos da reforma agrária e territórios de povos e comunidades tradicionais (BRASIL, 2012). A finalização do CAR é fundamental, mas não é suficiente para garantir o cumprimento do CF de 2012, devendo haver vontade política para cruzar as informações do CAR e monitorar com rigor a aplicação da lei em todo o país (SOTERRONI et al., 2018).

O efeito legal do não registro da propriedade no CAR consiste na restrição de acesso ao crédito agrícola em instituições financeiras, e impede a adesão do proprietário ou posseiro rural ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) (EMBRAPA, 2021b).

O PRA é previsto no Código Florestal e contempla um conjunto de ações para o proprietário ou detentor de posse rural regularizar ambientalmente a propriedade. A execução do PRA é de responsabilidade dos estados e do Distrito Federal, o proprietário é obrigado a inscrever o imóvel rural no CAR para a sua adesão (CHIAVARI; LOPES; ARAUJO, 2020).

Além disso, o CF de 2012 prevê alternativas de restauração de área de reserva legal em imóveis rurais para regularizar o déficit existente de ARL, assunto que será tratado na próxima subseção.

2.1.2 O Déficit de Reserva Legal e as Modalidades de Restauração Previstas no Código Florestal

A manutenção e a restauração da vegetação nativa em propriedades rurais, bem como o uso econômico dessas áreas, são previstos pelo Código Florestal. O art. 22 do CF de 2012 dispõe sobre a possibilidade de manejo florestal com propósito comercial, desde que autorizado pelo órgão competente, obedecendo algumas diretrizes: i) não descaracterização da cobertura vegetal e não prejuízo à conservação da vegetação nativa; ii) assegurar a manutenção da diversidade de espécies; e iii) conduzir o manejo de espécies exóticas favorecendo a regeneração de espécies nativas (BRASIL, 2012b).

Adicionalmente, caso haja necessidade de recomposição de área de reserva legal, é permitido o plantio de espécies exóticas até o limite de 50% da área total a ser

recuperada, conforme prescreve o inciso II, do art. 66 do Código Florestal (BRASIL, 2012b). Em outras palavras, ao proprietário de imóvel rural é permitido legalmente a atividade agroflorestal na ARL, e pode-se auferir renda a partir da retirada e beneficiamento de produtos madeireiros e não-madeireiros, a exemplo da coleta de frutas e da extração de sementes (BRASIL, 2012b).

Nesse sentido, o provável desconhecimento do potencial de riqueza da exploração econômica de área de reserva legal por parte de produtores rurais, e o conjunto de leis contendo mecanismos de anistia de passivo ambiental em propriedades rurais, podem estar relacionados ao importante volume de déficit de ARL no Brasil, registrado em pesquisas recentes (METZGER et al., 2019; REIS et al., 2021).

Segundo Soares-Filho (2013), 62% do território nacional, ou cerca de 530 milhões de hectares (Mha), são cobertos por vegetação nativa. Desse total, 40% se encontram em áreas de domínio público – sendo 91% desse total concentrado apenas no bioma Amazônia. Os demais 60% restantes do território, em propriedades privadas ou terras públicas sem designação, compõe uma vasta cobertura dispersa em fragmentos de vários tamanhos, através de um considerável conjunto de propriedades privadas (SOARES-FILHO, 2013).

O balanço ambiental do CF de 2012, após sua revisão, demonstrou que o ativo florestal não sofreu alteração para uma estimativa máxima de 99,6 Mha, distribuídos pelos biomas e estados (SOARES-FILHO, 2013). Em relação ao passivo ambiental, isto é, a área a ser recomposta, houve uma redução de 58% com a revisão do CF de 2012, indo o passivo ambiental de 50 para 21 Mha (GUIDOTTI et al., 2017a).

O artigo 67 do CF de 2012 foi o que mais contribuiu para a redução do passivo ambiental. Este estabelece que para propriedades de até 4 módulos fiscais (MF) a reserva legal é constituída pela área ocupada e a vegetação nativa existente, antes de 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012). Das 5 milhões de propriedades rurais, 92% têm áreas de até 4 MF, reduzindo o passivo ambiental próximo a 17 Mha (GUIDOTTI et al., 2017a). Em complemento, a mudança da regra de recuperação de APP, denominada como “escadinha”, representou uma redução de até 4,8 Mha de área de APP a ser recomposta (SOARES-FILHO, 2013).

Nessa linha, o estudo de Guidotti et al. (2017) reforça a existência de déficit de ARL apontando o total de vegetação nativa desprotegida por bioma no Brasil, após os

abatimentos dos mecanismos de anistia previstos pelo Código Florestal de 2012, com destaque para os artigos 13⁴, 15⁵ e 67⁶ (BRASIL, 2012).

Os efeitos desses abatimentos foram a diminuição da área de reserva legal no Brasil, sendo o tamanho original da ARL reduzido de 203,4 Mha para 167 Mha, ou seja, uma redução de 36,4 Mha, área equivalente ao tamanho do estado de Mato Grosso do Sul (GUIDOTTI et al., 2017). Os biomas mais afetados com maior importância de redução de ARL foram a Mata Atlântica (38%), Amazônia (20%), Pampa (16%) e Cerrado (12%) (GUIDOTTI et al., 2017).

O déficit de ARL na concepção de Metzger et al. (2019) poderia ser expandido, caso o Projeto de Lei nº 2.362/2019 apresentado ao Senado fosse aprovado. O objetivo do projeto era remover completamente a exigência de reserva legal do Código Florestal. O estudo estimou a conversão legal existente de vegetação nativa de 103 Mha, saltando para próximo de 270 Mha para outros usos, incluindo a agricultura (METZGER et al., 2019). Esse aumento ampliaria os riscos de comprometimento de diversos serviços ecossistêmicos como a manutenção do solo, regulação do regime de chuvas e do fluxo hidrológico, controle de erosão, controle natural de pragas, bem como o sequestro e armazenamento de carbono. Contudo, a ameaça de extinção legal da ARL não se confirmou, pois o projeto foi retirado de pauta pelo autor em 2019 (BRASIL, 2019; METZGER et al., 2019).

O estudo de Reis et al. (2021) estimaram o potencial de desmatamento legal e emissões de carbono no Brasil que podem ocorrer até 2025. Foram identificados mais de 1.114 mil estabelecimentos rurais que possuem cerca de 69 Mha de vegetação nativa desprotegida, ou seja, que pode ser legalmente desmatada, com capacidade de armazenamento de cerca de 5,8 bilhões de toneladas de CO₂. Desse total, aproximadamente 3,25 Mha, com potencial de armazenamento de até 152 milhões de toneladas de CO₂ (MtCO₂) estão sob alto risco. Propriedades classificadas como de médio risco possuem 26,8 Mha, estocando 1,1 bilhão de toneladas de CO₂, contextualizando uma extensão do risco de desmatamento em curto prazo (REIS et al., 2021).

⁴ Artigo 13: permite a redução da ARL da Amazônia de 80% para 50% em algumas condições específicas (BRASIL, 2012).

⁵ Artigo 15: permite a contabilização de área de APP em ARL (BRASIL, 2012).

⁶ Artigo 67: dispensa a restauração de ARL em imóveis menores do que 4 módulos fiscais (BRASIL, 2012).

Reis et al. (2021) estimaram em até 69 Mha de vegetação nativa que pode ser convertida legalmente no Brasil. Essa estimativa possibilita o cálculo do benefício médio de US\$ 5.382/ha/ano, fornecido por Costanza et al. (2014), tendo como resultado um montante de US\$ 3,71 bilhões/ano. Considerando um período de 10 anos, a cifra alcançaria mais de US\$ 37 bilhões, somente por manter a floresta em pé, e explorar seus serviços ambientais de modo sustentável.

É importante registrar que o déficit de ARL pela conversão de vegetação nativa para uso múltiplo da terra sem autorização é vedado pelo CF de 2012 e, em caso de não cumprimento do percentual mínimo de vegetação nativa de composição de ARL, deve-se adotar a recuperação ou a compensação de ARL (BRASIL, 2012b).

A recuperação de ARL pode ser realizada através de diferentes técnicas como, por exemplo, a recomposição da vegetação nativa na própria propriedade através da indução, acompanhamento e/ou condução da regeneração natural da área, realizando o cercamento da ARL (ANTONIAZZI et al., 2016a). Também é possível recuperar a ARL plantando espécies nativas, ou pela intercalação com espécies exóticas, ou frutíferas em sistemas agroflorestais, desde que o uso das exóticas não ultrapasse 50% da área a ser recuperada (ANTONIAZZI et al., 2016; MONZONI et al., 2018).

Para a compensação da área total ou parcial de ARL são previstas as seguintes alternativas: i) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA); ii) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou reserva legal com vegetação nativa estabelecida, ou em regeneração, ou recomposição, seja a área do imóvel de mesma titularidade ou de terceiros; e ainda, iii) a doação ao poder público de área localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público pendente de regularização fundiária (BRASIL, 2012b; MONZONI et al., 2018).

No sistema de compensação de ARL, a regularização do passivo ambiental é extrapropriedade, ou seja, o produtor compra ou arrenda área de outro produtor, ou ainda realiza a doação de área ao poder público (MONZONI; VENDRAMINI, 2015). Dessa forma, a compensação constitui um instrumento econômico de criação de mercado intermediado pela remuneração entre comprador e vendedor de área com cobertura de vegetação, possibilitando a redução dos custos de adequação ambiental, bem como a diminuição do custo de oportunidade para os produtores rurais (PACHECO et al., 2017).

Pacheco et al. (2021) apontaram que, entre as alternativas de recuperação de vegetação nativa, a regeneração natural foi a opção escolhida por 65% dos agricultores;

e entre as modalidades de compensação disponíveis, 39% dos proprietários entrevistados optaram pela compra de CRA.

Nesse sentido, e considerando a relevância dos mecanismos de restauração: regeneração natural caracterizada pelo “abandono” da ARL; e a compra de CRA previstos no CF de 2012, compete realizar uma breve explanação desta última alternativa de compensação.

Cota de Reserva Ambiental (CRA) são títulos representativos de cobertura vegetais utilizados para compensar o déficit de reserva legal em outra propriedade (MONZONI; VENDRAMINI, 2015). Essas cotas podem ser vendidas àqueles com necessidade de compensação, gerando uma fonte de renda adicional para aquele que cria e vende as cotas (BVRIO, 2022a). A negociação da CRA é transacionada em bolsa de valores, conforme consta na Figura 1 no Apêndice.

O Código Florestal define que a compensação via CRA deve ser no mesmo bioma e estado onde se localiza o imóvel, sendo a emissão dos títulos de CRA atribuição de cada órgão ambiental estadual (BVRIO, 2022a). Entretanto, a CRA criada em áreas prioritárias identificadas pelo governo federal ou estadual podem ser utilizadas para compensar ARL de imóveis em outro estado (BRASIL, 2012).

A norma ambiental condiciona a criação de CRA nos seguintes casos: i) instituição voluntária do proprietário sobre o excedente dos percentuais exigidos ou dentro da própria ARL do imóvel de pequena propriedade, devidamente reconhecidos e autorizados pelo órgão ambiental estadual; ii) sobre as áreas de servidão florestal, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN); ou ainda, iii) em Unidades de Conservação (UC) de domínio público em processo de desapropriação (BRASIL, 2012).

O Código Florestal, desde o início de sua criação, passou por diversas alterações evidenciando a dificuldade dos legisladores em conciliar conflitos de interesses dos diversos atores envolvidos no assunto (ROMEIRO; MAIA, 2010). O conflito se acentuou devido à anistia dos crimes e o perdão do passivo ambiental, entre outras regras de flexibilização ambiental previstas no CF de 2012 (GARRETT et al., 2021). Essa suavização da legislação resultou em condições de alto risco de extinção de espécies animais, além de aumento de emissão de gases de efeito estufa (METZGER et al., 2010).

Políticas de comando e controle em junção com instrumentos econômicos, como a restauração obrigatória de áreas desmatadas e a aquisição de CRA, podem impulsionar

a manutenção e a proteção de áreas de vegetação nativa (SOTERRONI et al., 2018). O mercado de compensação viabiliza a negociação entre o vendedor e o comprador de CRA (BVRIO, 2021). Essa negociação envolve custos ao comprador com déficit de ARL, que devem ser considerados quanto ao impacto nos custos de produção para adequação ambiental da propriedade, tema que requer atenção e que será explorado nas próximas seções.

2.2 Revisão de Literatura

A recuperação de ARL prevista no CF de 2012, tendo como base os mecanismos de comando e controle seja pela regeneração natural, ou por instrumentos econômicos como a aquisição de CRA, necessitam da quantificação de seus custos e da identificação do impacto financeiro no negócio, para tomada de decisão do proprietário de imóvel rural, em cumprimento às exigências legais.

Além disso, é importante o produtor rural conhecer o custo de oportunidade (CO), que é definido como um custo associado ao lucro cessante, ou seja, é a receita não auferida pelo proprietário sobre determinada área à medida que este optar por outro tipo de uso para o solo, como é o caso da área de reserva legal (HERCOWITZ, 2009, p.47).

Assim, alguns estudos trataram do custo de oportunidade (CO) referente à ARL sob diferentes perspectivas, aplicando modelos econométricos, a exemplo dos trabalhos de: Fasiaben et al (2011); Campos e Bacha (2018); Faria; Pertille e Miranda (2019). Outros autores estimaram o CO de restauração de ARL utilizando indicadores econômicos, tais como: Campos e Bacha (2013), Antoniazzi et al (2016), e Tronco et al (2021).

O trabalho de Fasiaben et al (2011) avaliou o impacto econômico da reserva legal sobre a margem bruta de diferentes tipos de Unidade de Produção, aplicado a pequenos produtores rurais de laranja e milho no Estado de São Paulo, na microbacia do Rio Oriçanga, nos períodos de 2002/2003 a 2008/2009, por meio da construção de cenários de compensação de ARL. Os resultados mostraram que a recuperação da vegetação sem manejo é menos atrativa economicamente comparada ao manejo sustentável da exploração da madeira para um período de 80 anos, apontando um Valor Presente Líquido Anualizado de R\$ 1.652,23/ha e de R\$ 428,52/ha, respectivamente. As recomendações do estudo mencionaram a necessidade de políticas públicas para

equilibrar a relação entre a conservação da biodiversidade e o custo de oportunidade das terras, para um ajuste locacional das reservas legais. O estudo assinalou a necessidade de criação de um instrumento econômico para distribuição mais equitativa dos custos da conservação entre os diferentes agentes da sociedade (FASIABEN et al., 2011).

No caso dos pequenos produtores o manejo de ARL poderia gerar uma alternativa econômica; e do lado dos produtores com elevada aptidão agrícola e de elevado CO da terra, a compensação seria uma opção a ser considerada (FASIABEN et al., 2011).

Levando em conta a promulgação do CF de 2012 ser posterior a publicação do estudo de Fasiaben et al. (2011), não foi abordada a aquisição de CRA como forma de compensação de ARL.

De outro prisma analítico, Campos e Bacha (2018) calcularam o custo de oportunidade de se manter a ARL por hectare para os municípios de São Paulo e Mato Grosso para os anos de 1995/96 e 2006, utilizando um modelo de econometria espacial com base em variáveis de efeitos diretos e indiretos para identificar seus principais determinantes.

Segundo Campos e Bacha (2018), os resultados do estudo mostraram que os produtores que possuem pequenas propriedades arcam com um CO da ARL superior aos produtores que dispõem de áreas maiores. Também constataram que os pequenos produtores são mais dependentes da ARL para a produção, pois convertem mais terras para a produção agropecuária comparada aos maiores produtores. Além disso, constatou-se que a área ocupada com matas naturais tem um CO por hectare superior a R\$ 456,00/ha em relação à área ocupada com matas plantadas, onde é possível utilizar os espaços para a exploração econômica (CAMPOS; BACHA, 2018).

Por fim, o estudo apontou que o estabelecimento de um programa de pagamento por serviços ambientais (PSA), poderia encorajar os produtores a manter áreas ocupadas por matas dentro do estabelecimento agropecuário. Entretanto, é necessário considerar que cada produtor pode ter um custo de oportunidade diferente de se preservar a ARL, e um pagamento igual a todos os produtores poderia resultar em desperdício de recursos (CAMPOS; BACHA, 2018). O estudo não estimou a exploração econômica da ARL em desacordo com a legislação, tema que pode ser explorado por outras pesquisas para quantificar esses outros custos de compensação ao produtor rural.

Já o estudo de Faria, Pertille e Miranda (2019) avaliaram a perda ambiental com a reformulação da legislação florestal entre o Código Florestal de 1965 (CF de 1965) e o

CF de 2012. Isso do ponto de vista da função social dos pequenos imóveis da região Sudoeste do Paraná. A função social foi definida pelo cálculo do Grau de Utilização da Terra (GUT)⁷, da Área Efetivamente Utilizada (AEU), e da Área Aproveitável Total (AAT), dispositivos relativos à reforma agrária, conforme Lei Federal 8.629/1993 (BRASIL, 1993).

Faria, Pertille e Miranda (2019) avaliaram o custo de oportunidade economizado pelo agricultor com a adequação ambiental do CF de 2012, e aferiram a área a ser recuperada pelo Programa de Regularização Ambiental (PRA) nas pequenas propriedades. Os dados da pesquisa permitiram concluir que o padrão de adequação ambiental das propriedades apresentou GUT médio de 84,4%. No Cenário de adequação entre o CF de 1965 e o CF de 2012, o GUT aumentou 88%, evidenciando que ambos os padrões garantiam o uso das áreas consolidadas pelos agricultores, sem comprometer a função social da terra. A APP a restaurar foi inferior em relação à lei antecedente, não existindo diferença significativa de ARL a recuperar (FARIA; PERTILLE; MIRANDA, 2019).

Com base nos resultados, os autores recomendaram que os excedentes de florestas pudessem ser comercializados em CRA. Além disso, salientaram sobre a possibilidade de renda adicional ao produtor rural, com a negociação do excedente de ARL em suas propriedades a outros produtores que necessitam compensar a ARL degradada. Contudo, não avançaram na análise econômica de aquisição de CRA (FARIA; PERTILLE; MIRANDA, 2019).

O estudo de Campos e Bacha (2013) estimou o custo arcado pelos produtores rurais por alocarem a terra como Reserva Legal (RL), como exigido pelo Código Florestal. A partir de um estudo de caso aplicado para as culturas da laranja e cana-de-açúcar, no estado de São Paulo, bem como das culturas do milho e da soja nos estados de Goiás, Mato Grosso e Paraná, em propriedades padrão que tenham ou não reserva legal, compreendendo o período de 2000-2001 e de 2012 a 2013 (CAMPOS; BACHA, 2013).

Verificou-se que todas as culturas analisadas tiveram redução de lucratividade ao reporem a reserva legal, sobretudo, a cultura da cana-de-açúcar que obteve

⁷ Considera-se propriedade produtiva aquela que explorada economicamente e racionalmente, atinge, simultaneamente graus de utilização da terra e de eficiência na exploração. O GUT deve ser superior a 80%, calculado pela relação percentual entre a área efetivamente utilizada e a área aproveitável total do imóvel (BRASIL, 1993).

significativo impacto na rentabilidade quando adicionado o custo da reserva legal (CAMPOS; BACHA, 2013). No ano de 2001, a TIR para o estado de São Paulo foi de 42,1%, se a propriedade padrão não tivesse a RL, é de apenas 4,6% tendo reserva legal. Em 2011, a mesma propriedade sem RL teria TIR de -5%, e com RL, a TIR seria de -25,3%, e com queda relativa no VPL de 82% (CAMPOS; BACHA, 2013).

Na visão dos autores o custo de oportunidade da reserva legal indica quanto os produtores estão pagando para gerar benefícios a toda a sociedade, sem que haja uma compensação pelos serviços prestados. Nesse sentido, o estudo recomendou a criação de linhas de crédito especiais que permitam ao produtor manter a ARL, incorporando novas tecnologias produtivas, de modo a compensar a produção não obtida nas áreas cobertas com ARL (CAMPOS; BACHA, 2013).

O estudo de Campos e Bacha (2013) retratou o custo de oportunidade por hectare de ARL em lavouras de soja e milho de forma regionalizada. Desse modo, observa-se a oportunidade de utilização desta proposta de análise econômica neste estudo, adicionando novos indicadores econômicos para identificar os custos das formas de compensação de ARL, e balizar a decisão do produtor à margem da legislação ambiental.

O cálculo dos custos para diferentes modelos de restauração florestal em atendimento ao Código Florestal quanto à ARL e APP, foram analisados por Antoniazzi et al. (2016). O estudo fora realizado nas regiões de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Matopiba, aplicados nas cadeias da soja, cana-de-açúcar, pecuária e florestas tropicais, por meio de um estudo teórico (ANTONIAZZI et al., 2016).

A estimativa dos custos operacionais com o VPL e a Taxa Interna de Retorno (TIR), considerando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), no valor de 4%. Com base nos resultados, os autores descobriram que a restauração com a técnica de regeneração natural ativa varia em média de R\$ 858/ha a R\$ 902/ha nas regiões estudadas, e a semeadura direta apresenta custo médio de R\$ 2.970/ha. O plantio de mudas sem aproveitamento custa entre R\$ 8.036/ha e R\$ 17.524/ha. A conclusão é de que as condições físico-ambientais são fatores de forte influência, mediante o comparativo dos custos de restauração florestal analisados (ANTONIAZZI et al., 2016).

De acordo com Antoniazzi et al. (2016) a restauração da ARL possui baixo índice de implementação devido à falta de estruturação da cadeia de restauração florestal que colabora com o alto custo da atividade. O Quadro 2 destaca os principais gargalos e soluções para a cadeia.

Quadro 2. Gargalos e soluções para a cadeia de restauração florestal.

Gargalos	Soluções
Baixa demanda por restauração florestal, dificultando o desenvolvimento da cadeia.	Desenvolvimento de estratégias de comunicação para promover o setor de restauração florestal.
Baixo número de sementes de espécies nativas produzidas para atender à diversidade de espécies exigidas pela lei ou suprir modelos com aproveitamento econômico.	Ampliar os núcleos de coleta de sementes compostos por comunidades tradicionais, ribeirinhas e/ou rurais, localizadas próximas a fragmentos florestais, como forma de descentralizar a atividade, reduzir os custos do insumo e gerar renda secundária a essas comunidades.
Reduzido número de viveiros florestais de espécies nativas, gerando alto custo das mudas. Falta de sementes disponíveis em grandes quantidades, elevando os custos do insumo.	Aumentar o número de viveiros florestais de espécies produzidas nos estados ou nas regiões que necessitam de ofertas de mudas com objetivo de reduzir o custo do insumo.
Escassez de difusão do conhecimento técnico de restauração florestal oferecido por empresas e instituições públicas. Falta de mão de obra capacitada para o plantio das mudas.	Disseminação do conhecimento sobre as diferentes técnicas de restauração florestal para os setores agropecuários. Treinamento, palestras e orientação técnica para promoção de autonomia na execução do plantio.
Matrizes de mudas de espécies nativas sem melhoramento genético gerando incerteza sobre a produtividade.	Investimento do setor privado ou através de parcerias público-privadas em seleção de melhoramento genético de espécies nativas para aumento da produtividade de modelos com aproveitamento econômico com espécies nativas.
Ausência de incentivos financeiros voltados a projetos de restauração florestal.	Desenvolvimento de novas linhas de crédito e a promoção das linhas já existentes para atender projetos de longo prazo, como forma de viabilizar o cumprimento do Código Florestal e incentivar o investimento no setor.

Fonte: Adaptado de Antoniazzi et al. (2016), p. 52.

O estudo de Antoniazzi et al. (2016) realizou uma análise minuciosa dos custos regionais de restauração florestal em ARL degradadas, contudo, se nota que houve restrição da análise das formas de compensação de ARL, não havendo a caracterização dos custos de aquisição de CRA, por exemplo.

A partir de uma proposta de análise regionalizada, Tronco et al. (2021) estimaram os custos para recuperação de um hectare de área degradada em um cenário de média degradação em cinco territórios do estado de Rondônia. Os territórios analisados foram os seguintes: Território Zona da Mata (Rolim de Moura); Território Vale do Guaporé (São Francisco do Guaporé); Território Central (Ji-Paraná); Território Rio Machado (Cacoal) e Território Vale do Jamari (Ariquemes). Os custos de recuperação de áreas degradadas foram obtidos a partir de uma lista de materiais e serviços, tendo como referência o estudo descritivo dos dados, com e sem estratificação por itens e localidades. Foi possível verificar que, em média, o custo de recuperação de um hectare degradado é de R\$ 29 mil, correspondendo ao montante de 50,86%, 24,86%,

19,69%, 4,59%, respectivamente, para os grupos dos Territórios A, B, C e D, e os custos de aquisição de mudas considerados altos, independente da localidade e variando entre 12,82% a 25,54% do montante dos custos (TRONCO et al., 2021).

Os autores apontam que o valor reduzido de recuperação de um hectare degradado torna a atividade mais acessível aos produtores e empresários, devendo ser considerado como facilitador na recuperação de áreas degradadas, tanto de ARL como de APP no estado. Os custos estimados de recuperação também podem variar em função do grau de resiliência⁸ de cada área a ser recuperada, aumentando os custos à medida que a degradação do solo aumentar, e reduzindo os custos de acordo com a qualidade e quantidade de regeneração natural da área. Nesse aspecto, se faz necessário o melhor detalhamento de outros cenários como degradação do solo de maior e menor intensidade, bem como de recuperação de áreas alteradas que terão custos diferenciados (TRONCO et al., 2021).

Os resultados do estudo de Tronco et al. (2021) com a identificação dos custos de recuperação de área degradada por hectare podem ser referenciados em outros trabalhos, e dimensionar os custos de oportunidade de propriedades de diferentes tamanhos com necessidade de ajuste ambiental.

Nesse sentido, e a partir da literatura pesquisada verifica-se a escassez de estudos, e a oportunidade de desenvolvimento de novos trabalhos, a exemplo desta pesquisa. Assim, o objetivo desta pesquisa foi compreender o impacto do custo de oportunidade da restauração de área de reserva legal aplicado às culturas anuais do milho e da soja, considerando o peso dessas *commodities* na balança comercial do agronegócio brasileiro.

3. Metodologia

Este trabalho foi realizado através da construção de um caso representativo, apoiado na literatura científica para caracterização da área de estudo, procedimento de coleta de dados e cálculo do custo de oportunidade (CO) de restaurar ou compensar vegetação nativa dentro de uma propriedade rural.

⁸ Resiliência: é a capacidade de uma área que sofreu perturbação retornar ao seu estado anterior. Portanto, é indispensável na determinação da resiliência de uma área o tempo de contato com o agente degradador e o histórico de uso do solo (TRONCO et al., 2021), p.12.

Para tanto, foi utilizado a Renda Líquida (RL), o Valor Presente Líquido (VPL), e o Índice de Lucratividade (IL) como indicadores de eficiência econômica. Também foi efetuada a análise vertical do custo de produção comparado ao custo de CRA das culturas analisadas, na condição de uma propriedade que descumpriu o percentual mínimo de preservação de cobertura vegetal nativa, regulado pelo Código Florestal de 2012.

As culturas da soja e do milho foram selecionadas por sua importância para o agronegócio. No caso da soja, a produção alcançou na safra 2020/2021, cerca de 134 milhões de toneladas (Mt), com área total plantada de 38,5 Mha, e produtividade de 3.517 kg/ha, posicionando o Brasil como o maior produtor mundial da cultura (EMBRAPA SOJA, 2022; IBGE, 2021).

A produção de soja do estado de Mato Grosso do Sul (MS) atingiu na mesma safra, cerca de 12,2 Mt, ou 9% da produção nacional (EMBRAPA SOJA, 2022; IBGE, 2021a). A safra nacional do ano de 2021 de milho (2ª safra) foi de 60 Mt, e no Mato Grosso do Sul foram produzidas 6,6 Mt, figurando o estado como o 15º maior produtor do Brasil (IBGE, 2021).

3.1 Área de Estudo

O estudo de caso é referente a uma propriedade rural hipotética, localizada na região centro-sul do estado de Mato Grosso do Sul (MS), que abrange os municípios de Amambai, Naviraí, Dourados, Ponta Porã, Maracaju, Rio Brilhante e Sidrolândia. A região foi escolhida pelo seu importante desempenho na produção da soja no estado, considerando a safra 2020/2021, onde foram cultivados cerca de 3,5 Mha, assim distribuídos: 15,7 na região norte, 21,7% na região centro e 62,6% na região sul do MS (APROSOJAMS, 2021).

O principal sistema produtivo agrícola da região centro-sul do MS é a sucessão soja/milho safrinha, e nas outras áreas cultiva-se sorgo, milheto, crotalárias, nabo forrageiro e braquiárias (RICHETTI, 2021). O estudo seguirá esse sistema produtivo com adoção das premissas técnicas dispostas no Quadro 3.

Quadro 3. Premissas técnicas da produção de soja/milho safrinha região centro sul - MS, safra 2020/2021.

Premissas	Descrição
Área Média de Lavoura	600 hectares
Soja safra 2021/2022	
Tipos de cultivares	Roundup Ready®, ou soja RR.
	BT+ Roundup Ready®, ou soja IPRO.
	Soja convencional (não transgênica)
Produtividade das cultivares	3.600 kg ha ⁻¹ (60 sc)
Milho safrinha 2021	
Tipos de cultivares	Milho híbrido geneticamente modificado, ou genes <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).
	Milho híbrido geneticamente modificado, ou genes Bt e Roundup Ready® (RR), cultivo solteiro.
	Milho Bt consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i> .
Produtividade das cultivares	5.367 kg ha ⁻¹

Fonte: Richetti (2021)

Este estudo analisou a viabilidade econômica para adequação ambiental de propriedades rurais com áreas de reserva legal degradadas, com menor impacto na rentabilidade do produtor rural.

3.2 Coleta de Dados

A análise econômica da adequação ambiental de ARL da propriedade foi realizada através dos indicadores dos custos de produção, da produtividade e do preço médio das culturas do milho e da soja, por hectare e ano safra, estimados para a região Centro-Sul de Mato Grosso do Sul, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Indicadores dos custos de produção, produtividade e preço médio das culturas analisadas.

Indicadores	Fonte
Custo de produção, produtividade e preço médio da cultura da soja (RR, IPRO e convencional), região centro sul de Mato Grosso do Sul, safra 2021/2022.	Richetti (2021)
Custo de produção, produtividade e preço médio da cultura do milho (Milho Bt, Milho Bt+RR e Milho Bt consorciado), região centro sul de Mato Grosso do Sul, safra 2021.	(RICHETTI; CECCON, 2020)
Custo e o valor da contratação da aquisição de cotas de reserva ambiental (R\$/hectare), referente aos biomas Cerrado e Mata Atlântica, Estado de Mato Grosso do Sul, ano 2022.	(BVRIO, 2022)

Fonte: Elaboração própria.

Com base nesses indicadores procedeu-se ao detalhamento do cálculo do custo de oportunidade das formas de regularização de déficit de ARL, como se demonstra na subseção seguinte.

3.3 Cálculos do Custo de Oportunidade da Regeneração Natural e da Cota de Reserva Ambiental

A região Centro-Sul de MS está localizada em área de vegetação nativa com predominância do bioma Cerrado e fragmentos de florestas do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2021b). A predominância do bioma cerrado será considerada para o cálculo do Custo de Oportunidade (CO) de ARL, neste estudo.

A análise da estimativa de CO de ARL para demonstrar o impacto financeiro de cada método de adequação ambiental da propriedade será baseada em dois cenários:

- i) CO da regeneração natural da ARL;
- ii) CO de aquisição de CRA.

Também será estimada a rentabilidade auferida da ARL explorada durante o período de 1 ano, numa área degradada de 1 hectare, de um total de 120 hectares de ARL da propriedade, antes da regularização ambiental, sem desembolso financeiro por parte do produtor rural.

O cálculo do custo de oportunidade da regeneração natural (CO RN) será definido pelo preço da cotação por hectare de cada cultura por variedade de cultivar analisada. O estudo de Dos Santos (2016) foi utilizado para definir a fórmula demonstrada a seguir:

$$CO\ RN/ha = [saca/ha \times R\$/saca] - \frac{(Custo\ Total)}{Área\ de\ Reserva\ Legal} \quad (1)$$

A compensação de ARL degradada por aquisição de CRA será calculada pela simulação de compra de um título equivalente a um hectare referente ao bioma cerrado do estado de Mato Grosso do Sul, de acordo com os percentuais de taxa de contratação, e taxa de liquidação negociada em bolsa de valor.

O intuito da simulação da compra é de identificar o custo unitário e o custo total da contratação equivalente ao percentual de ARL a ser compensado.

A análise econômica de aquisição CRA também servirá para apurar o desempenho da produtividade das culturas, simulando a produção na ARL degradada antes da regularização ambiental.

O valor de investimento inicial de R\$ 5 mil foi atribuído por hectare das culturas analisadas, foi definido com base no cálculo do valor médio do custo total de produção referenciado no estudo de Richetti (2021).

A taxa de desconto de 12,5% ao ano, taxa efetiva, refere-se à taxa de custeio agropecuário operado pelo Banco do Brasil, vigente no ano de 2022 (BANCO DO BRASIL, 2021).

Os indicadores econômicos utilizados na análise estão dispostos no Quadro 5.

Quadro 5. Indicadores de eficiência econômica.

Indicador	Abreviatura	Fórmula	Descrição	Fonte
Renda Líquida	RL	$RL = RT - CT$	É o valor obtido entre a diferença RT e do CT.	NASCIMENTO et al. (2017)
Valor Presente Líquido	VPL	$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - FC_0$ Onde: FC_j = representa o valor da entrada (ou saída) de caixa previsto para cada intervalo de tempo. FC₀ = fluxo de caixa verificado no momento zero, investimento.	É a riqueza em valores absolutos do investimento medida pela diferença entre o valor presente das entradas e saídas de caixa. O VPL deve ser maior do que zero para demonstrar a viabilidade do investimento.	ASSAF NETO (2016)
Índice de Lucratividade de	IL	$IL = \frac{PV \text{ dos Benefícios Líquidos de Caixa}}{PV \text{ dos Desembolsos de Caixa}}$	Indica, em termos de valor presente, quanto o projeto oferece de retorno para cada unidade monetária investida.	ASSAF NETO (2016)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das fontes consultadas.

Esses indicadores foram utilizados para embasar os resultados da pesquisa, de modo a avaliar o impacto do custo de oportunidade nos custos de produção das culturas analisadas para adequação ambiental da propriedade.

4. Resultados

A análise dos indicadores de produtividade, dos custos de produção e da rentabilidade financeira da hipotética propriedade rural, possibilitou o comparativo do custo de oportunidade da regeneração natural (Cenário 1), e da compensação através da aquisição de cota reserva ambiental (Cenário 2).

Dessa forma, pôde-se avaliar a rentabilidade da produção utilizando o equivalente de ARL a compensar, antes e depois da regularização ambiental do imóvel.

Ao se analisar o Cenário 1, vê-se que esse representa o valor financeiro não auferido pelo produtor rural da porção de terra destinado a preservação de mata nativa de sua propriedade, esses resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Cálculo do custo de oportunidade regeneração natural por cultura analisada.

Cultura Soja/Milho safrinha	I. Produtividade ⁽¹⁾	II. Preço médio ⁽²⁾	III. Custo Total ⁽³⁾	IV. ARL ⁽⁴⁾	V. Receita Total ⁽⁵⁾	VI. CO RN ⁽⁶⁾
Soja RR	60,00	136,58	4.678,39	120	8.194,80	8.155,81
Soja IPRO	60,00	136,58	4.685,65	120	8.194,80	8.155,75
Soja Convencional	60,00	136,58	4.901,81	120	8.194,80	8.153,95
Milho Bt	89,45	54,30	2.417,24	120	4.857,14	4.836,99
Milho Bt + RR	89,45	54,30	2.637,51	120	4.857,14	4.835,16
Milho Bt consorciado	89,45	54,30	2.485,02	120	4.857,14	4.836,43

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Richetti (2021).

(1) (saca/ha)

(2) (R\$/saca)

(3) (R\$)

(4) (ha)

(5) (R\$/ha) (I × II)

(6) (R\$/ha) (I × II) – (III ÷ IV)

O aparente baixo custo da regeneração natural da ARL, por não haver necessidade de grandes investimentos para cumprimento da legislação ambiental, bastando o “abandono” da área para cumprimento da legislação, não se demonstra vantajoso financeiramente ao produtor, comparado às formas de compensação em outra propriedade previstas no CF de 2012. Isso, levando em conta o custo de oportunidade (CO) ser equivalente às receitas de produção da propriedade.

O custo de oportunidade da reserva legal da soja, comparado à receita total (RT), alcançou o valor de R\$ 8.155,81 (-R\$ 38,99) para a soja; e de R\$ 4.836,99 (-R\$ 20,15) para o milho.

Do ponto de vista econômico, notou-se a influência nos resultados da produção pela diferenciação de tecnologia existente entre as cultivares analisadas. No caso da soja, a cultivar soja convencional registrou o maior custo de produção por hectare no valor de R\$ 4.901,81. Comparado ao valor da soja convencional, a soja RR apresentou uma diferença de (-R\$ 223,42) ou (4%), e a soja IPRO o valor de (-R\$ 216,16), ou (5,5%).

Confrontando os custos de produção, referente ao milho Bt + RR no valor de R\$ 2.658, 49, foi encontrada uma diferença de (-R\$ 220,27) para o milho Bt, e de (-R\$ 152,50) para o milho Bt consorciado, ou de 8% e 6%, nesta ordem.

No aspecto da conformidade ambiental da propriedade, a análise reflete a necessidade de se avaliar o custo de oportunidade de outras formas de regularização ambiental da propriedade como, por exemplo, a aquisição de CRA.

Nesse sentido, para melhor compreensão do mercado de CRA foi simulada a compra de um título de CRA, destinado a compensação de um hectare de ARL degradada no estado de Mato Grosso do Sul, tal como demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6. Simulação de compra de CRA por hectare, Estado de Mato Grosso do Sul, ano 2022.

Bioma	Preço (R\$/ha.ano)	Taxa Contratação (8%)	Taxa Liquidação (2%)	Custo (R\$/ha)	Custo Total (R\$/ha.ano)
Cerrado	200,00	16,00	4,00	220,00	2.640,00
Mata Atlântica	500,00	40,00	10,00	550,00	6.600,00
Custo de compensação por aquisição de CRA da propriedade, bioma Cerrado.					
Área Produção (ha)	ARL - Bioma Cerrado, MS 20% (ha)	Área Total (ha)	Área de ARL Degradada (ha)	Custo (R\$/ha)	Custo Total (R\$/ha.ano)
480	120	600	1	220,00	2.640,00

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da (BV RIO, 2022).

O título de CRA é negociado em plataforma de bolsa de valores com a oferta de compra e venda baseado na área, preço, bioma e o estado do imóvel onde é estabelecida a transação (BVRIO, 2022b).

A análise Quadro 6 mostrou que o preço do título da CRA é menor para o bioma Cerrado, em relação ao bioma Mata Atlântica, influenciado pelos custos de transação do título negociado em bolsa. Na negociação dos títulos é agregada a taxa de contratação

estipulada em 8%, e a taxa de liquidação avaliada em 2%, atribuídas pela plataforma BV Rio, no ato da efetivação da contratação da CRA (BVRIO, 2022b).

Esse custo de transação é incorporado ao custo total do título de CRA, pago pelo comprador obrigado a repor o déficit de ARL, com vistas a regularizar o déficit ambiental no valor de R\$ 220,00 para o bioma Cerrado e de R\$ 550,00 para o bioma Mata Atlântica, respectivamente. O valor do custo total anual da contratação foi de R\$ 2.640,00 para o bioma Cerrado e de R\$ 6.600,00 para o bioma Mata Atlântica (BVRIO, 2022).

A consulta ao ambiente de negociação de CRA da bolsa de valores BV RIO foi possível observar que a comercialização no estado de Mato Grosso do Sul tem pouca oferta de títulos de CRA, em relação a outros estados, o que pode explicar o baixo valor dos títulos disponíveis, em relação às demais negociações de outros estados (BVRIO, 2022).

A Tabela 2 apresenta a análise do CO RN que é o valor atribuído a ARL sem aproveitamento econômico, bem como o custo de compensação de déficit de ARL pela compra de CRA bioma Cerrado, estado de Mato Grosso do Sul.

Tabela 2. Comparativo de valores CO RN por cultura analisada e do valor da CRA bioma Cerrado, estado de Mato Grosso do Sul.

Cultura Soja/Milho safrinha	I CO RN ⁽¹⁾	II CRA bioma Cerrado ⁽²⁾	III Diferença CO RN e CRA bioma ⁽³⁾
Soja RR	8.165,56	2.640,00	5.525,56
Soja IPRO	8.165,51	2.640,00	5.525,51
Soja Convencional	8.164,16	2.640,00	5.524,16
Milho Bt	4.841,90	2.640,00	2.201,90
Milho Bt + RR	4.840,52	2.640,00	2.200,52
Milho Bt consorciado	4.841,47	2.640,00	2.201,47

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de (RICHETTI, 2021; BV RIO, 2022).

(1) (R\$/ha)

(2) (R\$/ha)

(3) (R\$) (I – II)

Nessas condições, a CRA corresponde em média a 32% para soja e 55% para a cultura do milho, comparado ao valor do CO RN por hectare. A aquisição de CRA é mais vantajosa, comparada à regeneração natural, quando aplicado o cálculo da diferença entre as duas modalidades de compensação ambiental, resultando na média de 68% da soja e de 45% do milho, conforme exposto na Tabela 2.

Entretanto, os valores da CRA podem variar conforme a lei da oferta e procura no mercado de compensação. Portanto, é necessário verificar as condições de contratação, além de atender às exigências do PRA, como apoio à tomada decisão sobre qual forma de regularização ambiental é mais adequada para a propriedade rural.

Nas Tabelas 3 e 4 foi apresentado o custo total anual da contratação de títulos de CRA, identificado para compensar a ARL degradada e utilizado para comparar o impacto em relação aos custos de produção das culturas da soja e do milho safrinha, por meio do cálculo da proporção em percentual do custo contratado anual de 1 título de CRA, no valor de R\$ 2.640,00.

Tabela 3. Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA da soja (RR, IPRO e convencional), região centro-sul/MS, safra 2021-2022.

Componente	Soja RR (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)	Soja IPRO (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)	Soja Convencional (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)
1. Insumos	2.459,92	52,58	93,18	2.486,38	53,06	94,18	2.658,35	54,23	100,70
Sementes	324,00	6,93	12,27	480,90	10,26	18,22	473,00	9,65	17,92
Inoculante	6,20	0,13	0,23	6,20	0,13	0,23	6,20	0,13	0,23
Corretivos	135,00	2,89	5,11	135,00	2,88	5,11	135,00	2,75	5,11
Fertilizantes	1.190,00	25,44	45,08	1.190,00	25,40	45,08	1.190,00	24,28	45,08
Herbicidas	212,68	4,55	8,06	212,68	4,54	8,06	262,11	5,35	9,93
Inseticidas	325,55	6,96	12,33	195,11	4,16	7,39	325,55	6,64	12,33
Fungicidas	230,25	4,92	8,72	230,25	4,91	8,72	230,25	4,70	8,72
Adjuvantes	36,24	0,77	1,37	36,24	0,77	1,37	36,24	0,74	1,37
2. Operações Agrícolas	427,76	9,14	16,20	407,73	8,70	15,44	427,76	8,73	16,20
Distribuição									
Corretivos	49,70	1,06	1,88	49,70	1,06	1,88	49,70	1,01	1,88
Semeadura	133,69	2,86	5,06	133,69	2,85	5,06	133,69	2,73	5,06
Adubação em cobertura	29,99	0,64	1,14	29,99	0,64	1,14	29,99	0,61	1,14
Aplicação de defensivos	85,34	1,82	3,23	65,31	1,39	2,47	85,34	1,74	3,23
Colheita	129,04	2,76	4,89	129,04	2,75	4,89	129,04	2,63	4,89
3. Custos administrativos	758,96	16,22	28,75	759,79	16,22	28,78	783,95	15,99	29,70
Assistência técnica	58,84	1,26	2,23	58,98	1,26	2,23	62,82	1,28	2,38
Administração	58,84	1,26	2,23	58,98	1,26	2,23	62,82	1,28	2,38
Seguro	11,15	0,24	0,42	11,15	0,24	0,42	11,15	0,23	0,42
Juros de custeio	252,60	5,40	9,57	253,15	5,40	9,59	269,63	5,50	10,21
Impostos e taxas	196,93	4,21	7,46	196,93	4,20	7,46	196,93	4,02	7,46

Tabela 3. Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA da soja (RR, IPRO e convencional), região centro-sul/MS, safra 2021-2022.

(conclusão)									
Componente	Soja RR (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)	Soja IPRO (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)	Soja Convencional (R\$ ha)	Participação (%)	Custo CRA (%)
Transporte da produção	54,60	1,17	2,07	54,60	1,17	2,07	54,60	1,11	2,07
Armazenagem	126,00	2,69	4,77	126,00	2,69	4,77	126,00	2,57	4,77
A) COE (1+2+3)	3.646,64	77,95	138,13	3.653,90	77,98	138,41	3.870,06	78,95	146,59
4. Manutenção	12,95	0,28	0,49	12,95	0,28	0,49	12,95	0,26	0,49
Benfeitorias	12,95	0,28	0,49	12,95	0,28	0,49	12,95	0,26	0,49
5. Depreciações	188,46	4,03	7,14	188,46	4,02	7,14	188,46	3,84	7,14
Máquinas e Equipamentos	173,66	3,71	6,58	173,66	3,71	6,58	173,66	3,54	6,58
Benfeitorias	14,80	0,32	0,56	14,80	0,32	0,56	14,80	0,30	0,56
B) COT (COE+4+5)	3.848,05	82,25	145,76	3.855,31	82,28	146,03	4.071,47	83,06	154,22
6. Custo de Oportunidade	830,34	17,75	31,45	830,34	17,72	31,45	830,34	16,94	31,45
Terra	627,91	13,42	23,78	627,91	13,40	23,78	627,91	12,81	23,78
Máquinas e Equipamentos	163,58	3,50	6,20	163,58	3,49	6,20	163,58	3,34	6,20
Benfeitorias	38,85	0,83	1,47	38,85	0,83	1,47	38,85	0,79	1,47
Custo total (B+6)	4.678,39	100,00	177,21	4.685,65	100,00	177,49	4.901,81	100,00	185,67

Fonte: Adaptado de Richetti (2021).

A análise vertical dos custos de produção da cultura da soja revelou o impacto do custo de contratação anual de CRA por hectare, repercutindo no conjunto dos componentes, como exibido na Tabela 3.

A soja convencional é a cultivar que apresenta o maior custo de produção de R\$ 4.901,81 em comparação ao custo da soja IPRO de R\$ 4.685,65 (-R\$ 216,16), e da soja RR no valor de 4.678,39 (-R\$ 223,42). Essa diferenciação de valores também foi notada, quando analisada a confrontação entre a participação dos componentes e a proporção do custo da CRA por hectare.

Os componentes do custo de produção com maior peso são: insumos, custos administrativos e custo de oportunidade. A participação do item insumo foi de 52,58%, 53,06% e de 54,23%, para a soja RR, soja IPRO e a soja convencional, respectivamente. O custo da CRA dos insumos foi de 93,18%, 94,18% e de 100,70%, para a soja RR, soja IPRO e a soja convencional. Assim, este item equivale à metade de todo o valor do

custo de produção, e praticamente dobra quando adicionado o custo de CRA na formação dos custos de produção.

Os itens custos administrativos e custos de oportunidade equivalem, individualmente, entre 15,99% a 17,75% de participação no custo total de produção, e quando somados ao custo da CRA, o valor desses itens alcançam entre 28,75% a 31,45%, respectivamente.

No comparativo entre a participação do custo total de produção e o custo de aquisição de CRA, o item custo administrativo equivaleu a 28,75% (+12,53%), 28,78% (+12,56%) e de 29,70% (+13,70%) para a soja RR, soja IPRO e a soja convencional, nesta ordem.

O valor do custo da CRA impactou o custo de oportunidade em 31,45%, valor médio de (+17,47%) por hectare de cultivar de soja. Foi possível inferir a elevação do custo de oportunidade de 17,45% (+13,70%), 17,72% (+13,73%), e de 16,94% (+14,51%) para a soja RR, soja IPRO e a soja convencional, nesta sequência.

De modo geral, a regularização ambiental de ARL no interior da propriedade pela aquisição de CRA, aumenta o custo de produção para a soja RR (+ 77,21%); soja IPRO (+ 77,49%) e (+ 85,67%) para a soja convencional. O acréscimo médio do custo da CRA, em relação ao custo total de produção por hectare foi de (+ 77%), o que pode ser observado na Tabela 3.

Na sequência, analisou-se a proporção que a aquisição de CRA representou nos custos de produção da cultura do milho, segundo ilustrado na Tabela 4.

Tabela 4. Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA do milho safrinha, 2021, por hectare, região centro-sul/MS.

Componente do custo	Milho Bt			Milho Bt + RR			Milho Bt consorciado		
	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)
I. Custo Variável	1.744,52	72,17	66,08	1.964,79	74,49	74,42	1.812,30	72,93	68,65
Insumos	1.085,27	44,90	41,11	1.280,27	48,54	48,50	1.145,27	46,09	43,38
Sementes de milho	305,00	12,62	11,55	465,00	17,63	17,61	305,00	12,27	11,55
Sementes de braquiária	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	2,41	2,27
Fertilizantes	473,75	19,60	17,95	473,75	17,96	17,95	473,75	19,06	17,95
Herbicidas	58,00	2,40	2,20	93,00	3,53	3,52	58,00	2,33	2,20
Inseticidas	187,52	7,76	7,10	187,52	7,11	7,10	187,52	7,55	7,10
Fungicidas	54,00	2,23	2,05	54,00	2,05	2,05	54,00	2,17	2,05
Adjuvantes	7,00	0,29	0,27	7,00	0,27	0,27	7,00	0,28	0,27

Tabela 4. Custo de produção e proporção do custo total anual de CRA do milho safrinha, 2021, por hectare, região centro-sul/MS.

(conclusão)

Componente do custo	Milho Bt			Milho Bt + RR			Milho Bt consorciado		
	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)	(R\$ ha ⁻¹)	(%)	Custo CRA (%)
Operações Agrícolas	244,74	10,12	9,27	244,74	9,28	9,27	244,74	9,85	9,27
Semeadura	104,85	4,34	3,97	104,85	3,98	3,97	104,85	4,22	3,97
Aplicação de defensivos	28,92	1,20	1,10	28,92	1,10	1,10	28,92	1,16	1,10
Colheita	110,97	4,59	4,20	110,97	4,21	4,20	110,97	4,47	4,20
Custos									
Administrativos	414,51	17,15	15,70	439,78	16,67	16,66	422,29	16,99	16,00
Assistência técnica	28,22	1,17	1,07	32,12	1,22	1,22	29,42	1,18	1,11
Administração	28,22	1,17	1,07	32,12	1,22	1,22	29,42	1,18	1,11
Seguro	6,84	0,28	0,26	6,84	0,26	0,26	6,84	0,28	0,26
Juros de custeio	126,45	5,23	4,79	143,92	5,46	5,45	131,83	5,30	4,99
Impostos e taxas	116,54	4,82	4,41	116,54	4,42	4,41	116,54	4,69	4,41
Transporte externo	81,40	3,37	3,08	81,40	3,09	3,08	81,40	3,28	3,08
Armazenagem	26,84	1,11	1,02	26,84	1,02	1,02	26,84	1,08	1,02
II. Custo fixo	117,99	4,88	4,47	117,99	4,47	4,47	117,99	4,75	4,47
Manutenção de benfeitorias	6,27	0,26	0,24	6,27	0,24	0,24	6,27	0,25	0,24
Depreciações	111,72	4,62	4,23	111,72	4,24	4,23	111,72	4,50	4,23
III. Custo Operacional (I + II)	1.862,51	77,05	70,55	2.082,78	78,97	78,89	1.930,29	77,68	73,12
IV. Remuneração dos fatores	554,73	22,95	21,01	554,73	21,03	21,01	554,73	22,32	21,01
Terra	434,40	17,97	16,45	434,40	16,47	16,45	434,40	17,48	16,45
Máquinas e equipamentos	101,53	4,20	3,85	101,53	3,85	3,85	101,53	4,09	3,85
Benfeitorias	18,80	0,78	0,71	18,80	0,71	0,71	18,80	0,76	0,71
V. Custo total (III + IV)	2.417,24	100,00	91,56	2.637,51	100,00	99,91	2.485,02	100,00	94,13

Fonte: Adaptado de Richetti (2021).

Na Tabela 4, repetiu-se a aplicação da análise vertical dos custos de produção para a cultura do milho. O impacto do custo de contratação anual de CRA por hectare e componentes de custo foi menor, onde se destacou os componentes: custo variável, custo fixo, custo operacional e remuneração dos fatores.

Confrontando o custo anual da CRA em relação ao percentual de participação do custo variável, apurou-se o valor de 66,08% (-6,09%), 74,42% (-0,07%) e de 68,65% (-4,28%) para o milho Bt, milho Bt + RR e milho Bt consorciado, respectivamente.

O valor do custo da CRA impactou o custo fixo em 4,47%, valor médio de (-0,23%) por hectare de cultivar analisada. Observou-se tendência de queda de valor no custo operacional de 70,55% (-6,5%), 78,89% (-0,07%), e de 73,02% (-4,56%) para o milho Bt, milho Bt + RR e milho Bt consorciado, nesta ordem.

Remuneração dos fatores também apresentou valor inferior no comparativo de 21,01% ou de (-1,94%), (-0,02%) e de (-1,31%), no caso do milho Bt, milho Bt + RR e do milho Bt consorciado.

A aquisição de CRA comparado ao custo total de produção da cultura do milho indicou uma redução de 91,56% (-8,44%), 99,91% (-0,09%) e de 94,13% (-5,87%), para a cultura do milho Bt, milho Bt + RR e milho Bt consorciado, respectivamente, Tabela 4.

No caso do milho, o custo de aquisição de CRA é menos significativo em relação ao custo total da produção da soja, exigindo menor esforço financeiro do produtor para comportar os custos de conformidade ambiental.

Desse modo, o produtor precisa ajustar os custos de aquisição de CRA ao orçamento da propriedade, se esta for à modalidade de compensação ambiental escolhida.

A princípio, e avaliando apenas o impacto nos custos de produção esta alternativa de compensação ambiental parece ser uma alternativa atrativa financeiramente para a cultura do milho, e não compensatória no caso da soja.

Contudo, a análise econômica ainda pode ser complementada, considerando que o impacto econômico se refere apenas a porção de ARL a compensar, além de esta gerar renda ao produtor. Isso, levando em conta a obrigação legal de compensação ou a restauração da ARL ocupada pela produção (BRASIL, 2012).

A Tabela 5 analisa economicamente a produção das culturas com a aquisição de CRA. No cálculo, foi considerado o investimento de R\$ 5 mil/hectare, e a TMA de 12,5%, incluindo, o percentual de compensação ambiental no custo total de produção, como se demonstrou anteriormente nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 5. Análise econômica de aquisição de CRA de 1 hectare de ARL degradada, por cultura.

Indicador / Cultura	Soja RR	Soja IPRO	Soja Convencional	Milho Bt	Milho Bt + RR	Milho Bt consorciado
I. Produtividade ⁽¹⁾	60,00	60,00	60,00	89,45	89,45	89,45
II. Preço médio ⁽²⁾	136,58	136,58	136,58	54,30	54,30	54,30
III. Receita Total ⁽³⁾	8.194,80	8.194,80	8.194,80	4.857,14	4.857,14	4.857,14
IV. Custo CRA ⁽⁴⁾	2.640,00	2.640,00	2.640,00	2.640,00	2.640,00	2.640,00
V. Custo Total ⁽⁴⁾	4.678,39	4.685,65	4.901,81	2.417,24	2.637,51	2.485,02
VI. Custo Total + Custo CRA ⁽⁵⁾	7.318,39	7.325,65	7.541,81	5.057,24	5.277,51	5.125,02
VII. Renda Líquida ⁽⁶⁾	876,41	869,15	652,99	-200,11	-420,38	-267,89
VPL ⁽⁷⁾	5.779,03	5.772,58	5.580,44	4.822,13	4.626,33	4.761,88
IL	1,16	1,15	1,12	0,96	0,93	0,95

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de (RICHETTI, 2021).

(1) (saca/ha)

(2) (R\$/saca)

(3) (R\$/ha) (I × II)

(4) (R\$/ha)

(5) (R\$/ha) (IV + V)

(6) (R\$/ha) (III - VI)

(7) (R\$)

O efeito da aquisição de CRA na rentabilidade da produção, quando esta é somada ao custo total da produção, equivale a 89% para a soja RR e de 92% para a soja IPRO e soja convencional do valor da receita total de produção (RT). Tornando a aplicar o cálculo para a cultura do milho, obteve-se o percentual de RT de 104% para o milho Bt, 109% milho Bt + RR, e de 106% para o milho Bt consorciado.

Nesse aspecto, infere-se que a aquisição de CRA, no caso da soja pode ser agregada aos custos de produção, e ainda gerar renda líquida em relação à receita total no valor de 11% para a soja RR e soja IPRO, e de 8% para a soja convencional. Já para o milho a renda líquida gerou resultado de (-4%) para o milho Bt, (-9%) milho Bt + RR, e de (-6%) para o milho Bt consorciado.

A análise financeira com base no investimento inicial de R\$ 5.000,00 por hectare, e aplicando o indicador VPL permitiu demonstrar a atratividade da aquisição de CRA das culturas da soja e do milho. O VPL da soja RR foi de R\$ 779,00; soja IPRO de R\$ 772,58 e soja convencional de R\$ 580,44. O VPL do milho Bt foi de (-R\$ 200,00); milho Bt+RR de (-R\$420,00) e de (-267,89). Assim, concluiu-se que a

aquisição de CRA é mais atrativa financeiramente para a soja, e menos compensatória no caso do milho, Tabela 5.

Outro ponto de reflexão é acerca da rentabilidade desta porção de ARL degradada estar produzindo, antes da regularização ambiental, segundo dados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Rentabilidade anual da produção de 1 hectare de ARL degradada por cultura analisada, antes da regularização ambiental.

Cultura Soja/Milho safrinha	Produtividade ⁽¹⁾	Preço médio ⁽²⁾	Receita Total ⁽²⁾	Custo Total ⁽²⁾	Renda Líquida ⁽²⁾
Soja RR	60,00	136,58	8.194,80	4.678,39	3.516,41
Soja IPRO	60,00	136,58	8.194,80	4.685,65	3.509,15
Soja Convencional	60,00	136,58	8.194,80	4.901,81	3.292,99
Milho Bt	89,45	54,30	4.857,14	2.417,24	2.439,90
Milho Bt + RR	89,45	54,30	4.857,14	2.637,51	2.219,63
Milho Bt consorciado	89,45	54,30	4.857,14	2.485,02	2.372,12

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Richetti (2021).

(1) (saca/ha)

(2) (R\$/saca)

Nesse cenário, o proprietário obteve renda sobre a área irregular, até o momento da autuação da autoridade ambiental para que a ARL fosse compensada ou restaurada, nos termos da legislação.

A renda líquida média da soja por hectare foi de R\$ 3.439,52 e a do milho de R\$ 2.343,88. Essa RL corresponde à média de (+42%) da receita total (RT) da soja e de (+48%) do milho.

Os resultados demonstrados contrastam aos achados de Campos e Bacha (2013), pois esse estudo prega que para redução do VPL da soja e do milho por ano safra, é necessária a compensação monetária ao produtor rural que mantém a reserva legal em sua propriedade, por meio de criação de linhas de crédito para aquisição de novas tecnologias para suprir a produção não obtida da reserva legal.

Campos e Bacha (2016) considera não desprezível o custo da reserva legal ao produtor rural. Nesse aspecto, os produtores são incentivados a utilizar a ARL até o ponto em que a receita agropecuária seja igual aos benefícios privados, que será menor do que o socialmente desejado. O estudo defende que são necessárias políticas públicas que discriminem os produtores, conforme o seu custo de manutenção da reserva legal, o que pode resultar em maior efetividade das ações de contenção do desmatamento e menor custo.

Por outro lado, a análise da rentabilidade da produção utilizando a área com déficit de ARL, demonstra a situação de uso econômico indevido da vegetação nativa, em prejuízo aos inúmeros serviços prestados pelas florestas à humanidade, difíceis de serem calculados (FASIABEN et al., 2011a).

Apesar de haver diversos outros fatores a considerar para a preservação e expansão da vegetação nativa em propriedades rurais, os resultados da pesquisa buscaram contribuir para aferir o impacto nos custos de produção de importantes culturas de grãos como o milho e a soja. Isso, referente às formas de regularização ambiental: a) regeneração natural; e, b) a compensação por meio da aquisição de CRA.

O estudo revelou que o custo de oportunidade de regeneração natural equivale às receitas de produção da propriedade, não sendo a alternativa mais vantajosa para propriedades com alto rendimento produtivo, conforme exposto no Cenário 1.

Nesse sentido, o estudo simulou a compra de um título de CRA, para calcular o custo por hectare e o custo da contratação anual da CRA do bioma Cerrado, o que foi demonstrado na construção do Cenário 2.

Tendo como base a análise econômica, inferiu-se que a aquisição de CRA possibilita a regularização da propriedade, e ainda continuar a gerar renda ao produtor. Entretanto, a compensação ambiental da ARL degradada deve se orientar por critérios técnicos ambientais dispostos na legislação.

Outras pesquisas consideram que no caso de culturas de alto rendimento como a soja e o milho, a alocação da ARL seria mais eficiente se permitisse utilizar a terra de acordo com sua melhor capacidade, sob a ótica de compensação ambiental em locais onde o custo de oportunidade do uso da terra fosse menor, então aí se teria a eficiência alocativa (ROMEIRO; MAIA, 2010). Nessa mesma direção, Fasiaben et al. (2011) afirmam que a questão da melhor localização da ARL está no equilíbrio entre o menor custo de oportunidade de uso das terras, sem perdas ecológicas.

Portanto, é recomendado planejar a conciliação entre a viabilidade econômica do negócio e os benefícios ambientais da compensação, considerando na área onde ocorreu o déficit de ARL os atributos ambientais como a biodiversidade e a hidrografia da área, entre outros, pois a ausência de critérios técnicos pode comprometer os ganhos ambientais da compensação (AGROICONE, 2019).

Nesse sentido, se o mercado de compensação for orientado por uma estratégia que equilibre a conservação e a produção, poderia resultar em ganhos econômicos e ambientais. Assim, poderia haver a compensação do déficit de ARL das áreas de maior

potencial produtivo por áreas de baixa aptidão produtiva, mas com potencial ecológico. A condição de equilíbrio ambiental e econômico via compensação de ARL, pode gerar diversos programas de pagamentos de serviços ambientais com finalidades variadas através da compra de títulos de compensação nas regiões de interesse (AGROICONE, 2019).

Nesse contexto, o trabalho buscou servir de instrumento de reflexão sobre as formas de regularização ambiental de déficit de ARL, e apontar a alternativa com menor impacto econômico dos custos de produção das culturas do milho e da soja, levando em conta os benefícios ambientais da ARL, a compensar ou a recuperar.

5. Considerações Finais

A construção de dois Cenários para comparar o custo de oportunidade da recuperação natural da ARL da propriedade (Cenário 1), bem como da compensação ambiental pela aquisição de CRA (Cenário 2), contribuíram para avaliar a melhor alternativa entre os cenários elencados para adequação ambiental de uma propriedade hipotética.

Os resultados indicaram que o Cenário 1 tem um custo de oportunidade por hectare semelhante à rentabilidade da produção das culturas, apesar de ser a opção mais comum entre os produtores para restauração de ARL. A restauração da ARL para culturas de alto rendimento como a soja e o milho, pode ser explorada economicamente, por meio da produção de produtos madeireiros, a exemplo da permissão legal para plantação de até 50% da ARL com árvores exóticas como o eucalipto. Outra alternativa para obtenção de renda, é a prestação de serviços ambientais disponíveis na ARL, considerando que o CF de 2012, não permite a descaracterização da ARL inscrita no CAR, para conversão de novas áreas de lavoura ou pastagens, por exemplo, sem autorização prévia da autoridade ambiental.

A análise do impacto nos custos de produção das culturas pesquisadas revelou que a aquisição de CRA (Cenário 2) elevou os custos de produção à média de 80% para a soja e 95% em relação ao milho.

Contudo, a avaliação da rentabilidade por hectare da porção de ARL degradada foi considerada atrativa economicamente para o produtor, sendo a cultura soja com

resultado econômico positivo. No caso da cultura do milho a rentabilidade é negativa, nas condições de compensação estipuladas.

A simulação de compra de um título no mercado de compensação possibilitou verificar que a aquisição de CRA por hectare, corresponde em média a 32% do valor do custo de oportunidade de regeneração natural da soja, e de 55% no caso do milho.

Os resultados apontaram o Cenário 2 como a alternativa com menor custo de oportunidade, comparado ao Cenário 1, pois permite ao produtor de alto rendimento produtivo regularizar ambientalmente a propriedade, através da remuneração da oferta do excedente de ARL de outra propriedade, negociada em bolsa de valores. Esse mercado de compensação possibilita a manutenção das áreas produtivas, e a valorização dos ativos ambientais da vegetação nativa, corroborando com as afirmações da literatura pesquisada.

Apesar disso, o mercado de CRA do estado de Mato Grosso do Sul ainda tem baixa oferta de títulos, comparado à negociação de outros estados, fato constatado durante pesquisa na plataforma da bolsa de valores BV RIO, referência no ramo de aquisição de títulos ambientais.

Os instrumentos de coleta de dados da produção das culturas permitiram o alcance dos resultados da pesquisa. Porém, houve a limitação de precisão das informações, comparada à realização de pesquisas a campo para retratar a realidade de uma propriedade rural e avaliar o impacto econômico das alternativas de regularização ambiental de ARL, previstas na legislação. A proposta desta pesquisa pode ser empregada em trabalhos futuros a outros segmentos como, por exemplo, a pecuária e o setor da cana-de-açúcar devido à importância desses segmentos ao agronegócio.

REFERÊNCIAS

AGROICONE. **Mercado de Terras para Compensação de Reserva Legal**. 2019. Disponível em: https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Mercado-de-Terras-para-Compensacao-de-Reserva-Legal_Agroicone_FINAL.pdf. Acesso em: 4 de maio de 2022.

ANTONIAZZI, L. et al. **Restauração Florestal Em Cadeias Agropecuárias Para Adequação Ao Código Florestal**. São Paulo: Agroicone, 2016. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/12/RESTAURACAO-FLORESTAL_V47.pdf. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL (APROSOJA MS). **404 - Boletim Semanal Casa Rural - Agricultura - Circular 404 - Produtividade de Soja Safra 2020-2021_1.pdf**: Boletim Casa Rural Agricultura. Mato Grosso do Sul: Aprosoja MS, 2021. Disponível em: https://aprosojams.org.br/sites/default/files/boletins/404%20-%20BOLETIM%20SEMANAL%20CASA%20RURAL%20-%20AGRICULTURA%20-%20CIRCULAR%20404%20-%20PRODUTIVIDADE%20DE%20SOJA%20SAFRA%202020-2021_1.pdf. Acesso em: 30 de março de 2022.

BANCO DO BRASIL. Disponível em: <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/credito-para-custeio/custeio-agropecuario#/>. Acesso em: 28 de outubro de 2021.

BRANCALION, P. H. S. et al. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1–15, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 de março de 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9.759, de 11 de abril de 2019**. Presidência da República. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9759.htm. Acesso em: 24 de abril de 2021.

BRASIL. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Aprova o código florestal que com este baixa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm. Acesso em: 28 de março de 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm . Acesso em: 17 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993.** Presidência da República. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Presidência da República. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 19 de novembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Prevê a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

BRASIL. **Medida Provisória nº 1.511, de 25 de julho de 1996.** Presidência da República. EMENTA: Dá nova redação ao art. 44 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dispõe sobre a proibição do incremento da conversão de áreas florestais em áreas agrícolas na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/medpro/1996/medidaprovisoria-1511-25-julho-1996-359304-norma-pe.html>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 2.362, de 2019.** Revoga o Capítulo IV - Da Reserva Legal, da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, para garantir o direito constitucional de propriedade. Senado Federal. Brasília, DF. 2019. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/136371>. Acesso em: 01 de março de 2022.

BRASIL. **Quarta Comunicação Nacional.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Brazil%20First/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2021.

BVRIO. **Mercado de Reserva Legal Florestal.** Disponível em: <https://www.bvrio.org/florestal/cra/plataforma/prepara.do>. Acesso em: 24 de janeiro de 2022.

BVRIO. **Participantes Operadores nos Mercados de CRAs e de Compensação em Unidades de Conservação (UCs) da BVRio, 2022b.** Disponível em: www.bvrio.org/publicacao/151/participantesoperadores-nos-mercados-de-cras-e-de-compensacaoem-unidades-de-conservacao-ucs-da-bvrio.pdf. Acesso em: 29 de março de 2022.

CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. O custo privado da reserva legal. **Revista da Política Agrícola**, v. XXII, n. 2, p. 20, 2013.

CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. Determinantes do custo de oportunidade dos fazendeiros em manterem a reserva legal – os casos paulista e mato-grossense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 288–308, 2018.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L.; ARAUJO, J. N. **Onde estamos na Implementação do Código Florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos Estados Brasileiros**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2020/12/Onde-estamos-na-implementacao-do-Codigo-Florestal-radiografia-do-CAR-e-do-PRA-nos-estados-brasileiros.pdf>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 1 maio 2014.

DOS SANTOS, C. DE A. M. Categoria Graduando 2º Lugar: **Análise econômica da compensação de reserva legal ambiental por meio de cotas de reserva ambiental: estudo de caso em uma propriedade rural de Brasnorte-MT**. Monografia/TCC—Brasília, DF: Escola Nacional de Administração Pública, 2016. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4811>. Acesso em: 30 de novembro de 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>. Acesso em: 7 de setembro de 2021a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Entenda a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012**. Governamental. Disponível em: https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal?p_auth=2ZBtMgeN&p_p_id=82&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_82_struts_action=/language/view&_82_redirect=/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal&_82_languageId=en_US. Acesso em: 19 de novembro de 2021b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA SOJA). **Dados econômicos - Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 30 de março de 2022.

FARIA, A. B. DE C.; PERTILLE, C. T.; MIRANDA, F. DAS D. A. Análise da adequação florestal de pequenas propriedades rurais no sudoeste do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 432–443, 2019.

FASIABEN, M. DO C. R. et al. Impacto econômico da reserva legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 4, p. 1051–1096, 2011.

FERREIRA, Z. R. et al. Cotas de Reserva Ambiental: Um estudo por meio dos critérios de avaliação de política pública ambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 219–246, 2021.

FREITAS, F. L. M. DE et al. 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.

GARRETT, R. D. et al. Forests and Sustainable Development in the Brazilian Amazon: History, Trends, and Future Prospects. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 46, n. 1, p. 625–652, 2021.

GUIDOTTI, V. et al. Números Detalhados do Novo Código Florestal e suas Implicações para os PRAs Principais Resultados e Considerações. 10.13140/RG.2.23229.87526. p. 10, 2017.

HERCOWITZ, M. **O que eu faço com esse mato? uma análise socioeconômica do mercado de compensações de Reserva Legal na Bacia do Xingu no Mato Grosso**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** | IBGE, 2021a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 3 de dezembro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** | IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 2 de dezembro de 2021b.

METZGER, J. P. et al. Brazilian Law: Full Speed in Reverse? **Science**, v. 329, n. 5989, p. 276–277, 2010.

METZGER, J. P. et al. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 91–103, jul. 2019.

MONZONI, M. et al. **Financiamento da Recomposição Florestal com Exploração Econômica da Reserva Legal**. [s.l.] Centro de Estudos em Sustentabilidade (FGVces), 2018. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/30539>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

MONZONI, M.; VENDRAMINI, A. **Cotas de Reserva Ambiental (CRA)** Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces / FGVEAESP), , 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/15286/Cotas%20de%20Reserva%20Ambiental%20%28CRA%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 de março de 2022.

MOUTINHO, P.; GUERRA, R.; AZEVEDO-RAMOS, C. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: What is missing? **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 4, p. 000125, 1 jan. 2016.

NASCIMENTO, R. C. G. et al. **Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

NETO, Alexandre A.; LIMA, Fabiano G. **Fundamentos de Administração Financeira, 3ª edição**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2016. 9788597010145. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597010145/>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

NOGUEIRA, J. M.; PEREIRA, R. R. Critérios e análise econômicos na escolha de políticas ambientais. **ECO-NEPAMA**, p. 1–20, 1999.

PACHECO, R. et al. REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE RESERVA LEGAL: PERCEPÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS NO PARÁ E MATO GROSSO. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 181–200, jun. 2017.

PACHECO, R. et al. Will farmers seek environmental regularization in the Amazon and how? Insights from the Rural Environmental Registry (CAR) questionnaires. **Journal of Environmental Management**, v. 284, p. 112010, abr. 2021.

REIS, T. N. P. DOS et al. Trading deforestation—why the legality of forest-risk commodities is insufficient. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 12, p. 124025, 1 dez. 2021.

RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja para a safra 2021/2022, em Mato Grosso do Sul**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133296/1/COT-262-2021.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2022.

RICHETTI, A.; CECCON, G. **Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha 2021, em Mato Grosso do Sul**. Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220036/1/COT-260.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2022.

ROMEIRO, A. R.; MAIA, A. G. Reserva Legal Florestal: uma leitura sob a ótica da Economia Ecológica. p. 22, 2010.

SANTOS, M. A. DOS. **Impactos econômicos do Novo Código Florestal, no Brasil, 2010 a 2030: uma análise integrada com base nos modelos GLOBIOM-Brasil e TERM-BR**. Doutorado em Economia Aplicada—Piracicaba: Universidade de São Paulo, 27 ago. 2018.

SOARES-FILHO, B. S. Impacto da Revisão do Código Florestal: Como Viabilizar o Grande Desafio Adiante? **SciELO**, p. 28, 2013.

SOSMA. **SOS Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em: 25 de março de 2022.

SOTERRONI, A. C. et al. Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 7, p. 074021, 2018.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos**, v. 89, p. 25, mar. 2011.

TRONCO, K. M. DE Q. et al. Estimativa de custos na recuperação de áreas degradadas em Rondônia / Estimated costs in the recovery of degraded areas in Rondônia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 13353–13367, 2021.

CONSIDERAÇÕES GERAIS FINAIS

Esta pesquisa buscou analisar os impactos da execução da governança climática no agronegócio brasileiro, bem como de sua contribuição com o objetivo de mitigar os efeitos negativos desse fenômeno na produção e da representação do país no mercado agrícola internacional. O consumo sustentável exige a conformidade ambiental dos padrões de produção e distribuição dos produtos agrícolas.

Nesse aspecto, constatou-se que o agronegócio dispõe de instrumentos para adequação às metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE), firmados em Acordos Internacionais, a exemplo, do Plano ABC+ previsto para um novo ciclo (2020-2030). Isso, em conjunto com o pleno cumprimento de proteção à vegetação nativa através de mecanismos presentes no Código Florestal (CF).

A previsão no Código Florestal de 2012 de reserva de percentuais de parte da propriedade rural para preservação de área de reserva legal (ARL) e de área de proteção permanente (APP), é uma iniciativa positiva para redução das emissões de GEE, se cumpridas às regras de manutenção e recomposição previstas no CF 2012.

No entanto, é preciso aprofundar as discussões sobre o mercado de compensação de ARL, com intuito de equilibrar interesses econômicos e a preservação de vegetação nativa em propriedades rurais, que prestam inúmeros serviços ambientais difíceis de serem estimados economicamente. Essa compensação pode ser articulada através da regulamentação do mercado de crédito de carbono, iniciativa esta que pode estimular o produtor rural a manter as florestas em propriedades rurais.

Apesar da contribuição assertiva do agronegócio na redução dos efeitos das mudanças climáticas, pôde-se observar a partir da análise de relatórios de diagnósticos sobre a governança climática nacional, um elevado grau de incerteza e disfunção na estrutura de comando e decisão da Política de Mudanças Climáticas do Brasil, desde o início de sua vigência. A disfunção da governança climática, ocasionada por diversos ciclos de governos, pode estar ligada diretamente ao aumento do desmatamento e das queimadas nos biomas brasileiros.

A retomada da participação da sociedade civil nos Colegiados e Conselhos da PNMC e de investimentos no controle, monitoramento, combate ao desmatamento e de queimadas nos biomas, pode recolocar o país nas discussões dos rumos dos Acordos Internacionais. Essa melhora nas relações internacionais tende a impulsionar o

agronegócio, através do firmamento de novos acordos comerciais, resultando em geração de renda e divisas ao país.

Por fim, há outros tipos de passivo ambiental rural que podem ser abordados, como, por exemplo, o importante montante de pastagens degradadas existentes nas regiões Centro-Oeste e Norte do país. Essas áreas podem ser recuperadas através do planejamento econômico da paisagem com objetivos ambientais, que permita a expansão do setor agropecuário aliado à conservação da biodiversidade e dos ecossistemas, assunto que pode ser explorado em trabalhos futuros.

Apêndice – Esquema de negociação de CRA em bolsa de valores

Figura 1. Esquema de negociação de CRA em bolsa de valores.

Passos para Venda de CRA	Mercado de CRA	Passos para Compra de CRA
• Informar as características e a situação do imóvel como: • Bioma e Estado; • Situação Fundiária; • Se a ARL está em Unidades de Conservação (UC); • Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) ou área prioritária; • Declaração de confrontantes firmando não haver disputas territoriais.	• Como é realizada a contratação de CRA: • A plataforma não identifica o proprietário nem o imóveis; • As ofertas de compra e venda são anônimas; • Quando houver a aceitação de oferta de lote de CRA, é realizada a reserva do título que fica indisponível para terceiros; • É emitido ao comprador um Relatório de Informações Cadastrais do Imóvel, com detalhes do título fornecido pelo vendedor, mas sem divulgar as identidades do imóvel e do vendedor; • Após receber o Relatório, o comprador pode optar por comprar ou cancelar a oferta; • Optando pela aquisição dos títulos, o comprador informa a plataforma e paga uma taxa de contratação a operadora; • Após o recebimento da taxa de contratação, entra em vigor um Contrato de Desenvolvimento e Venda de Cotas de Reserva Ambiental para Entrega Futura (CRAF); • Com a assinatura do CRAF, o vendedor se compromete a desenvolver as CRAs em seu imóvel e transferi-las ao comprador imediatamente após a sua emissão.	• Os compradores se cadastram na plataforma da bolsa de valores, indicando: • A quantidade de CRA desejada; • A duração da contratação; • O valor que está disposto a pagar pelo título de CRA.

Fonte: Adaptado de (BVRIO, 2021).