



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
UNIDADE ACADÊMICA DA PRÓ REITORIA DE PÓS- GRADUAÇÃO (PRPG)
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ARLETE GOMES DO NASCIMENTO VIEIRA

**PASTO LEGAL: impacto da expansão das pastagens sobre Áreas
de Preservação Permanente, secamento de lagos e escassez hídrica
na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás**

GOIÂNIA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estado de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Arlete Gomes do Nascimento Vieira

3. Título do trabalho

PASTO LEGAL: impacto da expansão das pastagens sobre Áreas de Preservação Permanente, secamento de lagos e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Termo de Ciência e de Autorização (TECA) 4834175 SEI 23070.048398/2024-12 / pg. 1



Documento assinado eletronicamente por **Arlete Gomes Do Nascimento Vieira, Discente**, em 09/10/2024, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 12/11/2024, às 10:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4834175** e o código CRC **303AE8BF**.

ARLETE GOMES DO NASCIMENTO VIEIRA

PASTO LEGAL: impacto da expansão das pastagens sobre Áreas de Preservação Permanente, secamento de lagos e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Pró Reitoria de Pós- Graduação, da Universidade Federal de Goiás (UFG) como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Estrutura e Dinâmica Ambiental

Linha de pesquisa: Conservação, desenvolvimento e sociedade

Orientador: Professor Doutor Manuel Eduardo Ferreira

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Vieira, Arlete Gomes do Nascimento

PASTO LEGAL: impacto da expansão das pastagens sobre Áreas de Preservação Permanente, secamento de lagos e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás [manuscrito] / Arlete Gomes do Nascimento Vieira. - 2024.

CLXVI, 166 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras.

1. Pastagem degradada;. 2. Reserva legal;. 3. Cadastro Ambiental Rural;. 4. Sensoriamento Remoto;. 5. Drones.. I. Ferreira, Manuel Eduardo, orient. II. Título.

CDU 502/504



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº **DD013/2024** da sessão de Defesa de Tese de **Arlete Gomes do Nascimento Vieira** que confere o título de **Doutora em Ciências Ambientais** na área de concentração em **Estrutura e Dinâmica Ambiental**.

Aos **vinte e três dias do mês de setembro de dois mil e vinte e quatro**, a partir das 09:00 horas, na **plataforma Google meet: <https://meet.google.com/doz-mmnh-gcw>**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **"PASTO LEGAL: impacto da expansão das pastagens sobre Áreas de Preservação Permanente, secamento de lagos e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás"**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Manuel Eduardo Ferreira (IESA/UFG)**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professora Doutora Luciane Martins de Araújo (PUC - GO)**, membro titular externo; **Professor Doutor Leomar Rufino Alves Junior (IFG/Campus Formosa)**, membro titular externo; **Professor Doutor Fausto Miziara (FCS/UFG)**, membro titular interno; **Professor Doutor Edgardo Manuel Latrubesse (PRPG/CIAMB/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo **Professor Doutor Manuel Eduardo Ferreira**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e três dias do mês de setembro de dois mil e vinte e quatro**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 23/09/2024, às 13:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fausto Miziara, Professor do Magistério Superior**, em 24/09/2024, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leomar Rufino Alves Junior, Usuário Externo**, em 24/09/2024, às 21:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edgardo Manuel Latrubesse, Professor do Magistério Superior-Visitante**, em 25/09/2024, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANE MARTINS DE ARAÚJO, Usuário Externo**, em 25/09/2024, às 14:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Ata de Defesa de Tese 9 (4834046)

SEI 23070.048398/2024-12 / pg. 1



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4834046** e o código CRC **DD376F3D**.

Aos meus amores, Pedro e Júlia Vieira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela alegria e fé que me animam na vida para enfrentar e cumprir o desafio do doutoramento.

Ao meu orientador no processo de doutoramento, Prof. Dr. Manuel Ferreira, que, com muita sabedoria, dedicação e companheirismo, soube compartilhar seu conhecimento e suas experiências, primordiais para a finalização deste laborioso processo de doutoramento.

À Universidade Federal de Goiás, representada pelo Prof. Dr. Laerte G. Ferreira Junior, pelo apoio na busca de projetos e financiamentos para a execução das atividades de campo, e às equipes do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig), coordenado pela Profa. Dra. Elaine Barbosa da Silva, e dos laboratórios utilizados pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPG-Ciamb), que deram suporte para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Ao PPG-Ciamb, coordenado pela querida Profa. Dra. Daniela de Melo e Silva, que, com carinho, competência e dedicação, lidera sua equipe, e aos professores Manuel, Daniela, Karla, Fausto Miziara, Agustina, Denílson, Nilson e Max, pelos preciosos ensinamentos compartilhados durante as disciplinas estritamente necessárias para a minha aprendizagem científica como aluna e professora.

Ao Prof. Dr. Edgardo Latrubesse pelo compartilhamento de sua expertise em hidrologia e em geologia e à sua participação nos trabalhos de campo que enriqueceram o entendimento da pesquisa.

Aos colegas de caminhada, turma de doutorado em Ciências Ambientais 2019, pelo apoio e compartilhamento.

Aos professores e colegas que contribuíram para a execução dos trabalhos de campo e de geoprocessamento: Pedro Vieira, Manuel Ferreira, Edgardo Latrubesse, Janete Silva, Ernane, Gislaine, João Victor e Leomar.

Aos meus alunos do curso de Direito da UFG - campus Cidade de Goiás, pelo apoio, compreensão e incentivo.

Ao Prof. Dr. Pedro Vieira, da Universidade Estadual de Goiás (UEG), pelo apoio e dedicação em doar seu tempo e trabalho, organizando as campanhas de campo, estabelecendo contatos com fazendeiros locais e estimulando sábias discussões que foram primordiais para o amadurecimento e êxito da pesquisa acerca do uso e ocupação de Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

Aos colegas e amigos advogados, Paulo e Mônica Loureiro, e aos compadres Maria da Conceição e Raimundo, pelo carinho, pelas comidinhas e pela conversa boa, pela amizade, pelo apoio e amor compartilhados.

Às pessoas amigas que fizeram a diferença em minha vida — Kelly (*in memoriam*), Julieta Valim (*in memoriam*), Helé Coutinho, professor Artur, Fátima e meus amados irmãos Siron Junior e Alex —, minha eterna gratidão.

À minha amada mãezinha, Dona Maria José, pelo colo de sempre e seus ensinamentos de amor, gratidão, confiança e perseverança.

Aos meus amores, Pedro e Júlia, pelo apoio e amor incondicional em todo tempo e lugar, pela companhia, pelo apoio constante e amor dado naquele abraço gostoso, no café quentinho preparado por você, filha. Obrigada pela conversa gostosa que me mimou e animou nessa jornada do doutoramento. Amo vocês!

Gratidão pela possibilidade do encontro, de cada conversa boa e animadora dos amigos que fiz nessa caminhada, que me ensinam a fazer ciência compartilhada, com afeto e leveza.

A todos os proprietários e trabalhadores rurais da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, que me receberam em suas casas, transmitindo todo seu conhecimento empírico de forma generosa, regado pelo aroma do café fresquinho ofertado e de um bom papo, fundamentais para animar e perseverar na exitosa pesquisa.

Esse trabalho é para cada um de vocês. Muito obrigada!

Da janela da casa velha
todo dia, de manhã,
tomo a bênção do rio:
— “Rio Vermelho, meu avozinho,
dá sua bênção pra mim...”

Cora Coralina (1996, p. 81)

RESUMO

A sustentabilidade ambiental se tornou um tema central nas políticas públicas globais, especialmente no contexto da pecuária, uma das atividades econômicas que mais impactam o meio ambiente. Áreas de Preservação Permanente (APPs) na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV) em Goiás foram usadas ou ocupadas ilegalmente por pastagens, em descumprimento ao Código Florestal Brasileiro, causando prejuízos ao ecossistema e aos recursos hídricos com a escassez e o secamento de rios e lagos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o percentual de uso e ocupação ilegais das APPs de rios e lagos por pastagem na BHRV. Para tanto, utilizamos informações coletadas em campanhas de campo, imagens capturadas por veículo aéreo não tripulado, dados do MapBiomas, imagens de satélite e informações do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar). Isso possibilitou a quantificação das APPs preservadas e degradadas por pastagem, entre 1985 e 2023, perfazendo aproximadamente 50% de APPs usadas e ocupadas para formação de pasto. A ocupação ilegal de APPs por pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho tem como consequência imediata a escassez e o secamento hídrico do sistema lacustre, afetando rios e lagos da região, principalmente o Lago dos Tigres em Britânia, Goiás. Demonstramos que, de 1985 a 2023, a degradação ambiental causou a diminuição do número de lagos e da superfície de lâmina d'água. Em 1985 existiam 4.698 lagos, número que foi reduzido para 4.251 em 2012 e para 4.023 em 2020. Foram detectados a perfuração de cacimbas dentro das áreas dos lagos e o livre acesso do gado, coincidindo com o aumento das pastagens sobre as APPs ocupadas ilegalmente pela atividade pecuária, em descumprimento ao estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro, que determina que as APPs são protegidas por lei e cumprem uma função de preservação do equilíbrio do ecossistema natural. Diante do contexto apresentado, propomos um programa denominado Pasto Legal, que analisa a utilização e a ocupação das APPs ao longo de rios e lagos por pastagens, destacando suas repercussões ambientais e jurídicas. O estudo evidencia como a exploração dessas áreas pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas. Além disso, são discutidas as possíveis contradições nas declarações fornecidas ao Cadastro Ambiental Rural na bacia do Rio Vermelho, onde muitos proprietários de terra não seguem as regulamentações ambientais, o que resulta em incongruências que dificultam a efetividade das políticas de conservação. Alertamos para a necessidade de uma abordagem integrada que concilie a produção agropecuária com a proteção ambiental, visando a uma gestão mais sustentável das áreas de preservação permanente. O programa Pasto Legal surge como uma inovadora ferramenta de política pública, com objetivo de promover práticas sustentáveis na pecuária e reduzir os impactos ambientais dessa atividade essencial no Cerrado goiano.

Palavras-chave: Pastagem degradada; Reserva legal; Cadastro Ambiental Rural; Sensoriamento Remoto; Drones.

ABSTRACT

Environmental sustainability has become a central theme in global public policies, especially in the context of livestock farming, one of the economic activities that most impact the environment. Permanent Preservation Areas (APPs) in the Rio Vermelho Hydrographic Basin (BHRV) in Goiás were used or illegally occupied for pastures in violation of the Brazilian Forest Code, causing damage to the ecosystem and water resources with the scarcity and drying up of rivers and lakes. The objective of this research was to evaluate the percentage of illegal use and occupation of river and lake APPs for pasture in BHRV. To do so, we use information collected in field campaigns, images captured by unmanned aerial vehicles, data from MapBiomass, satellite images and information from the National Rural Environmental Registry System (Sicar). This made it possible to quantify the APPs preserved and degraded by pasture between 1985 and 2023, making up approximately 50% of APPs used and occupied for pasture formation. The illegal occupation of APPs for pasture in the Rio Vermelho Hydrographic Basin has the immediate consequence of water scarcity and drying up of the lake system, affecting rivers and lakes in the region, mainly Lago dos Tigres in Britânia, Goiás. We demonstrate that, from 1985 to 2023, environmental degradation caused a decrease in the number of lakes and water surface. In 1985 there were 4,698 lakes, a number that was reduced to 4,251 in 2012 and to 4,023 in 2020. The drilling of water holes within the lake areas and free access for livestock were detected, coinciding with the increase in pastures on the APPs that were used and illegally occupied by livestock activities, in violation of the provisions of the Brazilian Forest Code, which determines that APPs are protected by law and fulfill the function of preserving the balance of the natural ecosystem. Given the context presented, we propose the program called Pasto Legal, which analyzes the use and occupation of APPs along rivers and lakes for pasture, highlighting their environmental and legal repercussions. The study highlights how the exploitation of these areas can compromise the quality of water resources, biodiversity and the integrity of ecosystems. Furthermore, possible contradictions in the statements provided to the Rural Environmental Registry in the Rio Vermelho basin are discussed, where many landowners do not follow environmental regulations, which results in inconsistencies that hinder the effectiveness of conservation policies. We draw attention to the need for an integrated approach that reconciles agricultural production with environmental protection, aiming for a more sustainable management of permanent preservation areas. The Pasto Legal program emerges as an innovative public policy tool with the aim of promoting sustainable practices in livestock farming and reducing the environmental impacts of this essential activity in the Cerrado of Goiás state.

Keywords: Degraded pasture; Legal reserve; Rural Environmental Registry; Remote Sensing; Drones.

LISTA DE FIGURAS

SEÇÕES 2 E 3

Figura 1 – Distribuição temporal e espacial das concentrações de sedimentos em suspensão na planície de inundação do Rio Araguaia.....	25
Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo em relação ao estado de Goiás e ao bioma Cerrado.....	42
Figura 3 – Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos e morfometria do relevo.....	44
Figura 4 – Organização espacial dos produtores rurais, escalonados pelo tamanho das propriedades, em função das características físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.....	45
Figura 5 – Mapa de integralidade das APPs.....	46
Figura 6 – Situação de um lago no município de Itapirapuã.....	48
Figura 7 – Correlação entre dinâmica hídrica de superfície, solo e distribuição de espécies de pasto.....	49
Figura 8 – Ocupação das pastagens cultivadas e naturais na BHRV (1950-2006).....	49
Figura 9 – Áreas de pastagem e rebanho bovino no Cerrado goiano em 2017.....	50

SEÇÃO 4 - ARTIGO 1

Figura 1 – Mapa de localização da BHRV.....	60
Figura 2 – Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos e morfometria do relevo.....	61
Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo na BHRV nos períodos de 1985-2012 e 2020.....	63
Figura 4 – Uso e ocupação do solo na BHRV.....	64
Figura 5 – Gráfico de quantidade em hectares de lâmina/ superfície d'água de rios.....	65
Figura 6 – Efetivo bovino versus pastagem nos municípios integrantes da BHRV.....	66
Figura 7 – Mapa de integralidade de APPs na BHRV.....	67
Figura 8 – Gráfico de integralidade de APPs de rios nos anos de 1985, 2012 e 2020	67
Figura 9 – Mapas de uso do solo da propriedade nos anos de 1985-2010-2013 e 2018.....	68
Figura 10 – Mapa de integridade das Áreas de Preservação Permanente na propriedade modelo experimental nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018.....	69

Figura 11 – Uso do solo da propriedade versus uso do solo das APPs na propriedade modelo amostral nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018.....	71
Figura 12 – Uso do solo da propriedade-modelo experimental nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018.	71
Figura 13 – Integridade das Áreas de Preservação Permanente na propriedade modelo experimental nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018	72
Figura 14 – Mapeamento/ desenho amostral das três áreas/ propriedades rurais no segmento da alta Bacia no município de Goiás- GO	72
Figura 15 – Rio Vermelho - BHRV com escassez e secamento hídrico e gado dentro do leito do rio.	73
Figura 16 – Rio Vermelho da BHRV com escassez e secamento hídrico.....	74

SEÇÃO 4 - ARTIGO 2

Figura 1 – Mapa de localização da BHRV.....	81
Figura 2 – Mapas de uso e ocupação de Papis por pastagem, correlacionados com mapa de solo, mostrando a coincidência entre os tipos de solo e o uso e ocupação de APMs	85
Figura 3 – Mapa de integralidade de Papis de lago na BHRV nos anos de 1985, 2012 e 2020.....	87
Figura 4 – Gráfico representativo do uso e solo nos anos de 1985, 2012 e 2020.....	88
Figura 5 – Efetivo bovino versus pastagem nos municípios integrantes da BHRV.....	89
Figura 6 – Situação de escassez, secamento hídrico, uso e ocupação das APPs de lagos por pastagem.....	90
Figura 7 – Cacimbas e gado solto no pasto no município de Itapirapuã.....	91
Figura 8 – Retração de espelho d’água e diminuição do tamanho dos lagos no período de 1985 a 2023.....	92
Figura 9 – Detalhamento da diminuição da quantidade de lagos entre 1985 e 2023.....	93
Figura 10 – Gráfico do sistema lacustre com a quantidade de lagos nos anos de 1985, 2012 e 2020.....	94
Figura 11 – Imagens do processo de assoreamento do Lago dos Tigres no município de Britânia.....	95
Figura 12 – Imagens de satélites de lago seco entre os municípios de Itapirapuã e Britânia	96
Figura 13 – Situação de lago no município de Itapirapuã com cacimbas e gado na APP.....	96
Figura 14 – Situação do Lago dos Tigres em 1985 e em 2023.....	97
Figura 15 – Série temporal da superfície d’água do Ribeirão Água Limpa/ Lago dos Tigres	97
Figura 16 – Bifurcação do canal do Rio Vermelho em Britânia	98

Figura 17 – Estágios de formação dos lagos.....	99
Figura 18 – Formação dos lagos tipo 1 na BHRV.....	100
Figura 19 – Formação dos lagos tipo 2 na BHRV.....	101
Figura 20 – Modelo explicativo do nascimento e da morte dos lagos.....	102

SEÇÃO 4 - ARTIGO 3

Figura 1 – Mapa de localização da BHRV.....	111
Figura 2 – Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos e morfometria do relevo	112
Figura 3 – Imagens dos imóveis A, B e C com limites marcados em azul, verde e preto.....	124
Figura 4 – Imagens dos imóveis A, B e C com áreas ocupadas por pastagem.....	125
Figura 5 – Áreas declaradas no CAR como APPs utilizadas para pastagem.....	126
Figura 6 – Lago e APP de lago não declarados no CAR.....	127
Figura 7 – Imagens de relatório de um proprietário rural que pleiteou financiamento agrícola	129
Figura 8 – Área de vegetação nativa suprimida na propriedade de pleiteante a financiamento.....	129
Figura 9 – Modelo conceitual do Pasto Legal.....	138
Figura 10 – Estrutura dos degraus da escada Ponteana.....	139
Figura 11 - Modelo conceitual de uso da terra da BHRV e sustentabilidade.....	142

LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixa Emissão de Carbono
ADC	Ação Declaratória de Constitucionalidade
ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
Alego	Assembleia Legislativa de Goiás
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
Ater	Assistência técnica e extensão rural
BHRV	Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho
BPA	Boas práticas agropecuárias
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CFB	Código Florestal Brasileiro
CMN	Conselho Monetário Nacional
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Conced	Consórcio de Fiscalização, Monitoramento e Regularização Ambiental
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
FP	Florestas plantadas
GEE	Gás de efeito estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILP	Integração lavoura-pecuária
ILPF	Integração lavoura-pecuária-floresta
IIS	Instituto Internacional para a Sustentabilidade
ICV	Instituto Centro de Vida
MDB	Movimento Democrático Brasileiro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organização não governamental
PA	Projeto de Assentamento
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Projeto de lei
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PSD	Partido Social Democrático

RL	Reserva Legal
SAF	Sistema agroflorestal
Semad	Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SFN	Sistema Financeiro Nacional
Sicar	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
Sieg	Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SPD	Sistema plantio direto
STF	Supremo Tribunal Federal
TCA	Termo de Compromisso Ambiental
TDA	Tratamento de dejetos animais
UEG	Universidade Estadual de Goiás
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Vant	Veículo aéreo não tripulado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Hipóteses da pesquisa.....	19
1.2 Objetivos.....	20
1.2.1 Objetivo geral.....	20
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
1.3 Estrutura da tese.....	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Bioma Cerrado e a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.....	22
2.2 Áreas de Preservação Permanente.....	26
2.3 Uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente por pastagem.....	29
2.4 Sistema produtivo da pecuária no Cerrado goiano.....	33
2.5 Cadastro Ambiental Rural	37
2.6 Programa de Regularização Ambiental	40
3 ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
3.1 Área de estudo.....	42
3.2 Uso e cobertura do solo na BHRV.....	45
3.3 Bases de dados.....	50
3.4 Procedimentos de análise.....	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1 Pasto Legal: uma ferramenta de política pública para sustentabilidade ambiental na pecuária.....	53
4.2 Artigo 1: O avanço da pastagem sobre as Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho - estado de Goiás.....	56
4.3 Artigo 2: Impacto do uso ilegal das Áreas De Preservação Permanente por pastagens no secamento lacustre e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás.....	77
4.4 Artigo 3: Pasto Legal: análise do uso de Áreas de Preservação Permanente na pastagem e suas implicações ambientais e jurídicas na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.....	107
CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....	151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	153

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 16% do território já foi convertido em área para pastagem (MapBiomass, 2018). O Cerrado goiano é bem representativo dessa situação em virtude de sua importância no fornecimento de proteína animal para o mercado consumidor nacional e internacional — informação confirmada pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (2019) — e da alta demanda de serviços ecossistêmicos (Mara, 2012). O bioma inclui *commodities* importantes, além de possuir uma megabiodiversidade (Rands, 2010; Torres, 2017). São razões suficientes para garantir a preservação dos seus recursos naturais com estratégias e medidas mitigadoras contra as externalidades negativas geradas pela crescente demanda de recursos naturais, como a água e o solo (Rodríguez; Rodríguez-Clark; Oliveira-Miranda, 2011).

O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do mundo (Myers *et al.*, 2000) devido à sua complexidade ecossistêmica e da rica biodiversidade. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2002), ele ocupa uma área de mais de 150 milhões de hectares de terras no Brasil. Corresponde à maior reserva de terras para a expansão de atividades antrópicas, como a agropecuária, que têm impulsionado o uso e a ocupação do Cerrado de forma significativa nas últimas cinco décadas, gerando muita degradação e um passivo ambiental ainda incalculável.

A antropização do Cerrado tem como consequências imediatas a extinção da biodiversidade dos ecossistemas e o desequilíbrio entre eles (Myers *et al.*, 2000). O expressivo incremento na produção de alimentos e a pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa e as áreas protegidas representam um dos maiores desafios enfrentados para a preservação e busca de soluções potenciais para evitar a degradação (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013).

O bioma Cerrado apresenta condições altamente favoráveis para o cumprimento das metas de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), mas a intensa produtividade, pressionada pelo setor agropecuário — principal fonte geradora de crescimento econômico e de *commodities* valorizadas nos mercados nacional e internacional — tem gerado uma tensão global centrada em mudanças no uso da terra, incluindo a conversão de áreas para atividades agropecuárias e o impacto resultante sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Houghton, 1994). A consequência mais evidente dessa situação para o meio ambiente é a pressão exercida sobre a vegetação nativa, com o crescente desmatamento abrindo novas áreas para as atividades agropecuárias (Smith; Silva; Biagioni, 2019). De acordo com Rodríguez, Rodríguez-Clark e Oliveira-Miranda (2011), torna-se premente o estabelecimento

de critérios e estratégias de identificação e mitigação desses impactos para a plena recuperação do bioma.

Fatores que se mostram preponderantes na perda significativa de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos e poderão interferir na dinâmica das funções ecossistêmicas são a rápida expansão e a gestão insustentável das culturas agropecuárias. Aproximadamente 40% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) dos últimos dois séculos e cerca de 20% das emissões desse mesmo gás na década de 1990 se originaram de mudanças no uso e na ocupação dos solos, principalmente relacionadas à abertura de espaços para cultivo a partir do desmatamento (Fearnside, 2002; Dias, 2010).

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV) — objeto de análise neste estudo — está totalmente inserida no domínio do Cerrado, na porção oeste do estado de Goiás, ocupando área de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil, Buriti de Goiás e todo o território do município de Itapirapuã.

A BHRV tem mais de 60% de sua área coberta por pastagem (Vieira; Ferreira; Ferreira, 2014). Possui um mosaico diferenciado de tipos de solo, declividade, vegetação e manejo da bovinocultura — bastante representativa na região —, além de ser um dos principais afluentes do Rio Araguaia pela margem direita.

Em virtude de sua rica biodiversidade e das pressões antrópicas às quais é submetida, a BHRV tem sido tema de várias pesquisas acadêmicas nos campos da geografia física/sensoriamento remoto, geologia e ciências ambientais (Vieira; Ferreira, 2014; Santos, 2017), sendo considerada, portanto, um grande laboratório vivo para as dinâmicas de uso da água e do solo, da ecologia da paisagem, das atividades socioeconômicas e das geotecnologias, entre outras áreas do saber.

A BHRV constitui uma importante sub-bacia do Rio Araguaia, com uma área considerável e inúmeros afluentes, dentre eles o Rio Vermelho, e traduz o estado de degradação ambiental no Cerrado goiano, causada pelo desmatamento de áreas naturais para a conversão em pastagem (Vieira; Ferreira; Ferreira, 2014). O manejo extensivo gera a necessidade de constante conversão de áreas naturais, inclusive com o uso e a ocupação de APPs para a formação de pastos destinados a alimentar os rebanhos e, assim, manter a pecuária, que é a principal atividade econômica desenvolvida nesta região.

Portanto, o desmatamento tem sido a principal via de sustentação do sistema produtivo (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013), principalmente da pecuária, em detrimento da preservação e conservação de áreas, o que converge para a lógica capitalista de

produção e geração de riqueza. Essa situação tem provocado diversos problemas ambientais que devem ser observados constantemente pelas ciências jurídicas, sociais, econômicas, ambientais, demandando um olhar interdisciplinar na visão de planejamentos estratégicos para preservação e proteção de áreas de preservação prioritárias como as APPs (Pressey; Bottrill, 2009).

O alcance da repercussão jurídica é estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro (CFB) — Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012a) —, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa brasileira. Essa lei trouxe inovações, como a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é um registro público, obrigatório, eletrônico, autodeclaratório e de âmbito nacional que deve ser feito por todos os proprietários de terras rurais no Brasil, povos indígenas, assentamentos e comunidades tradicionais.

O CAR tem a missão de realizar um “raio X” georreferenciado de áreas com vegetação nativa, áreas de Reserva Legal (RL), APPs e desmatamento, com o identificar e quantificar o passivo ambiental que será recuperado futuramente no Programa de Regularização Ambiental (PRA), também determinado pelo Código Florestal. Os dados e informações reunidos pelo CAR serão utilizados para abastecer o PRA, que tem a finalidade de recuperar as áreas degradadas identificadas e quantificadas por esse Cadastro.

Importa observar que o uso e a ocupação ilegais das APPs por pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, além dos danos ambientais provocados, notadamente a escassez e o secamento hídrico, evidenciam a incapacidade do Código Florestal em determinar a real condição das APPs e levam à constatação de que o CAR, por si só, não é uma ferramenta eficiente para reversão desse cenário via Programa de Regularização Ambiental (PRA), visto que os registros de autodeclaração precisam ser confirmados por meio de monitoramento e fiscalização dessas áreas pela União e pelos estados e municípios.

A ocupação de APPs por pastagem na BHRV é conflitante com o Código Florestal Brasileiro porque ocorre ilegalmente, ou seja, em desobediência às leis ambientais. É necessária, portanto, uma atuação eficiente dos órgãos ambientais na preservação e proteção dessas áreas, que devem ser controladas, monitoradas e fiscalizadas para que se conheça a real situação delas, não bastando apenas fundamentar ações de gestão ambiental com amparo no CAR, pois ele pode conter dados e informações inverídicas e contraditórias que devem ser conferidas dentro de cada imóvel rural declarado.

Tais procedimentos se tornam indispensáveis para assegurar o desenvolvimento sustentável da atividade pecuária e certificar sua conformidade legal (Muro Júnior, 2013), considerando que essa certificação é exigida pelos mercados consumidores nacional e

internacional. Além disso, faz parte do esforço do chamado agronegócio vender para o mundo a ideia de que sua produção tem sustentabilidade e não conflita com preservação ambiental.

Nesse contexto, ganha espaço o conceito de marketing verde, ancorado na estratégia de vinculação da marca, produto ou serviço a uma imagem ecologicamente consciente, que agrega valor. Ao contrário disso, o passivo ambiental brasileiro aumenta por conta do crescente desmatamento de floresta nativa que cede espaço para a agropecuária. As perdas ambientais não são contabilizadas e os danos a elas relacionados não são recuperados nessa lógica do fictício agronegócio sustentável. É urgente e necessária a adoção de estratégias de preservação e conservação em larga escala, contemplando todo o ecossistema, em especial as áreas protegidas (Pressey; Bottrill, 2009; Ribeiro *et al.*, 2005).

Pode soar redundante, mas é válido repetir que a dinâmica produtiva agropecuária é extremamente degradante quando ocupa e usa APPs para a formação de pastagens (Aguiar *et al.*, 2017), evidenciando o descumprimento da lei protetiva e, conseqüentemente, impulsionando o desmatamento de floresta nativa, que traz um impacto nefasto para o sistema hídrico, com a escassez e o secamento das águas de rios e lagos.

O processo histórico de uso e ocupação do Cerrado goiano e a importância ecossistêmica desse bioma justificam a escolha da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho como objeto de pesquisa, principalmente quando se leva em conta sua diversidade geológica, pedológica, geomorfológica, hidrológica, de flora, fauna e clima, associada a peculiaridades ambientais, sociais e econômicas.

Com base no entendimento de Rodriguez, Silva e Leal (2011), de que a bacia hidrográfica é uma unidade de análise e planejamento, vê-se a BHRV como área na qual se organiza uma rede de drenagem delineada pela estrutura geológica-geomorfológica e pelo clima da região.

Entende-se que a BHRV constitui unidade de análise para planejamento e gestão de recursos do território onde está inserida. Ela comporta múltiplos aspectos ambientais e antrópicos que instigam pesquisas como a que nos propusemos desenvolver, dando ênfase ao uso e à ocupação de APPs por pastagem.

1.1 Hipóteses de pesquisa

Com base nessas considerações iniciais, formularam-se duas hipóteses de pesquisa:

- 1- As Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho estão sendo usadas e ocupadas ilegalmente para formação de pastagem, acarretando escassez de água e secamento hídrico.
- 2- A escassez hídrica e o secamento de lagos na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho ocorrem de forma aleatória, sem associação direta com a presença de pastagens em Áreas de Preservação Permanente´.

1.2 Objetivos

Para esta pesquisa, definiu-se um objetivo geral e, a partir dele, quatro objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral da investigação foi identificar e analisar as APPs que foram usadas e ocupadas por pastagem na BHRV e as consequências para o ecossistema da Bacia e para o bioma Cerrado.

1.2.2 Objetivos específicos

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e quantificar as APPs que foram usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem na BHRV.
- Estabelecer o percentual das APPs de lagos e rios degradadas pelo uso e ocupação ilegal do solo para formação de pastagem.
- Verificar se a ocupação de Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho acarreta escassez de água e secamento hídrico.
- Dar impulso ao programa Pasto Legal, confirmando sua repercussão jurídica no que se refere à importância de dar cumprimento ao estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro.

1.3 Estrutura da tese

Esta tese é composta por cinco seções, incluindo esta parte introdutória. A segunda seção corresponde ao referencial teórico e aborda os seguintes temas: o bioma Cerrado e a

Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho; Áreas de Preservação Permanente; uso e ocupação de APPs de rios e lagos por pastagem: sistema produtivo da pecuária no Cerrado goiano, Cadastro Ambiental Rural e Programa de Regularização Ambiental.

A terceira seção apresenta a área de estudo, os materiais e métodos empregados na pesquisa. Nele, dá-se ênfase ao uso e à ocupação do solo na BHRV, relacionam-se as bases de dados utilizadas na investigação e informam-se os procedimentos de análise.

Na quarta seção, apresentam-se e discutem-se os resultados da pesquisa, incluindo informações sobre o programa Pasto Legal e três artigos científicos. O primeiro, já publicado, intitula-se “O avanço da pastagem sobre as Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho – estado de Goiás”. O segundo é intitulado “Impacto do uso ilegal das Áreas de Preservação Permanente por pastagens no secamento lacustre e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás” e o terceiro, “Pasto Legal: análise do uso de Áreas De Preservação Permanente para pastagem e suas implicações ambientais e jurídicas na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho”.

A tese é finalizada com as considerações finais e lista de referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Considerando o entendimento de Bachelard (1996, p. 14), de que, “para confirmar cientificamente a verdade, é preciso confrontá-la com vários autores de diferentes pontos de vista”, foi elaborada a fundamentação teórica a partir de consultas a múltiplas fontes: livros, teses, dissertações e monografias, artigos acadêmico-científicos, relatórios de pesquisa, matérias jornalísticas, documentos legais e de órgãos institucionais, além de textos publicados na internet.

Este referencial teórico reúne vários autores que abordam a temática em estudo e inclui seis blocos textuais nos quais são destacados os seguintes assuntos: o bioma Cerrado e a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho; Áreas de Preservação Permanente; uso e ocupação de APPs de rios e lagos para pastagem; sistema produtivo da pecuária no Cerrado goiano, Cadastro Ambiental Rural e Programa de Regularização Ambiental.

2.1 Bioma Cerrado e a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho

O bioma Cerrado é o segundo maior do Brasil, com uma área de aproximadamente 2.040.000 quilômetros quadrados, listado internacionalmente como um dos mais ameaçados do mundo. É considerado um *hotspot* de biodiversidade, com elevada concentração de espécies endêmicas e intensa pressão antrópica (Myers *et al.*, 2000), sendo que aproximadamente 55% de sua cobertura vegetal natural está preservada/conservada (MapBiomias, 2018). Segundo Parente *et al.* (2017) e MapBiomias (2018), entre todas as atividades antrópicas, as pastagens ocupam as maiores áreas, cerca de 24% (48 milhões de hectares) no Cerrado e 16% (137,3 milhões de hectares) no território brasileiro.

O Cerrado sofre de forma drástica com o desmatamento ilegal e com a crescente pressão humana sobre o solo, que causam sérios impactos ambientais, a exemplo de mudanças climáticas nas escalas local, regional e global, além do aumento significativo nas emissões de CO₂. Esse bioma responde por 30% das emissões brasileiras e 7% das emissões globais (Sambuichi *et al.*, 2012).

O desmatamento ilegal é sempre colocado na conta da pecuária porque ela envolve grande demanda de terras para produzir. A falta de um manejo ou controle adequado da pastagem gera a necessidade de abertura de novos pastos para alimentar o rebanho bovino, e isso implica desmatamento e plantio de espécies de capim exótico no Cerrado, por ser aparentemente mais barato do que recuperar a pastagem. Na forma de criação extensiva

praticada pela pecuária, o gado é solto no pasto, o que aumenta a demanda por abertura de mais áreas de vegetação nativa para a formação de pastagem (Arantes, 2017).

Barbosa e Araújo (2020, p. 2) afirmam que mais de 50% da área total do Cerrado “já perdeu espaço para a expansão agrícola, o que, nem sempre, correspondeu a uma melhoria em termos socioeconômicos dessa região”. E salientam:

O potencial agrícola que o Cerrado possui, associado ao fato de ser uma das últimas reservas da terra capaz de suportar, de modo imediato, a produção de grãos e a formação de pastagens ligadas ao desenvolvimento das técnicas modernas de cultivo, tem atraído recentemente grandes investimentos e criado modificações significativas, do ponto de vista da infraestrutura de suporte (Barbosa; Araújo, 2020, p. 5).

O sistema produtivo agropecuário no bioma Cerrado intensifica o uso do solo para o plantio de pastagens e a prática das monoculturas da cana-de-açúcar, milho, soja e algodão (Arantes, 2017), o que implica desmatamento de vegetação nativa, na maioria das vezes realizado de forma ilegal. A solução para esse problema passa, necessariamente, pela definição e efetivação de planejamentos estratégicos para a manutenção do equilíbrio ecossistêmico de forma integral, como acentuam Pressey e Bottrill (2009).

No caso específico do Cerrado goiano, a atividade agropecuária, quando desenvolvida de maneira predatória e em desrespeito à legislação ambiental, coloca em risco todo o ecossistema (Muro Júnior, 2013), seja em decorrência da destruição da floresta nativa, seja pelo uso e ocupação de áreas protegidas, a exemplo das APPs — práticas que levam o sistema hídrico e de solo ao colapso, provocando escassez da água que abastece todo o sistema natural e produtivo. Fica evidente que, num futuro não muito distante, será inviável qualquer atividade humana e economicamente produtiva nessa região se nada for feito.

De acordo com Aquino, Latrubesse e Souza Filho (2009), desde os anos 1960 o bioma Cerrado vem sendo alterado por atividades de pecuária e agricultura extensiva, implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas. Os autores acentuam que os desmatamentos, as queimadas e o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos “resultaram em 64% de áreas do Cerrado altamente modificadas [...], o que tem produzido respostas variadas dos sistemas fluviais aos processos de erosão e sedimentação com presença de voçorocas e assoreamento de alguns canais” (Aquino; Latrubesse; Souza Filho, 2009, p. 44).

O Rio Vermelho é um dos principais afluentes da bacia do Rio Araguaia pela margem direita, no trecho de médio curso, onde “o rio flui através de uma planície aluvial bem desenvolvida, considerada um complexo mosaico de unidades morfo-sedimentares formadas

por sedimentos do Holoceno e do Pleistoceno tardio” (Aquino; Latrubesse; Souza Filho, 2009, p. 44).

Segundo esses autores, em grande parte da bacia do Araguaia, os afluentes nascem e transcorrem sobre uma variedade de rochas pré-cambrianas formadas por quartzitos, migmatitos, granulitos, gnaiss e xistos, predominantemente, das províncias geológicas do Tocantins, da Amazônia Central e Carajás. Esses afluentes “apresentam planícies bem desenvolvidas e complexas, com padrão predominantemente meandriforme, [e] dentro dessa planície se identificam meandros abandonados e espiras de meandros” — conjunto de sistemas que “representam as maiores áreas de sedimentação fluvial do Estado de Goiás” (Aquino; Latrubesse; Souza Filho, 2009, p. 48).

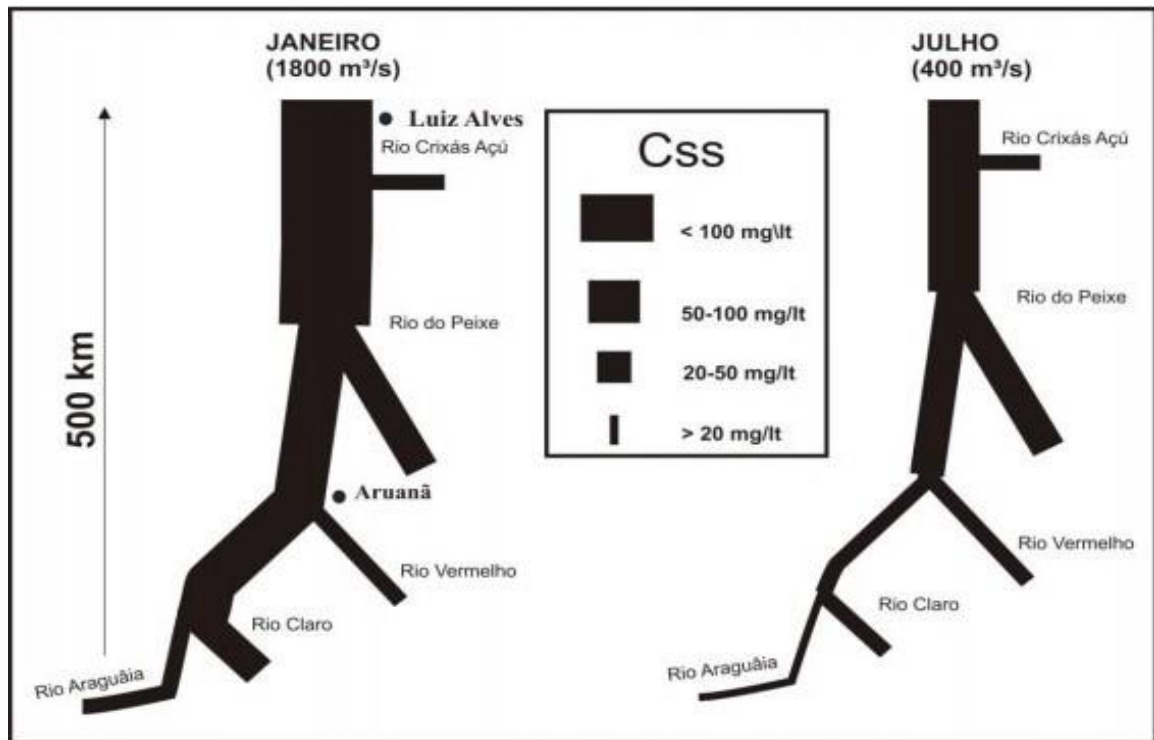
O geólogo Maximiliano Bayer (2017) alerta que “sem dúvida, o Rio Araguaia está doente, basicamente por causa do excesso de carga (de sedimentos) que está recebendo”. Segundo ele, “a combinação entre avanço da fronteira agrícola e as características particulares do solo no alto da bacia faz com que as erosões cresçam e que a quantidade de sedimentos que chega ao leito do Araguaia seja cada vez maior” (Bayer, 2017).

Bayer afirma que essa situação de assoreamento é consequência da antropização predatória, da disposição natural do solo e da condição geológica da Bacia. Ele explica:

A maior parte da geologia da Alta Bacia do Araguaia está no formato de rochas sedimentares muito antigas, paleozóicas e basicamente mesozóicas. Essas rochas — e basicamente as nascentes do Araguaia — estão em uma formação geológica que se chama Formação Botucatu, a mesma que forma o Aquífero Guarani. Ocorre que em São Paulo esse aquífero está a 2 mil metros de profundidade e aqui temos essas areias em superfície. Essas areias são muito frágeis e não tem resistência ao processo erosivo. Então, cada vez que chove, se acima dessa formação se tira a cobertura vegetal e surgem linhas de fluxo [por onde correm as águas das chuvas], pode se construir uma grande erosão em poucos dias. Temos processos erosivos que, em poucos anos, cresceram centenas de metros de largura, dezenas de metros de largura e muitos metros de profundidade. A voçoroca Chitolina, provavelmente a erosão mais conhecida do Araguaia, tem quilômetros de comprimento, centenas de metros de largura e possivelmente 60 ou 70 metros de profundidade. E, apesar dos esforços em controlá-la, sabemos que isso é muito complicado (Bayer, 2017).

A figura 1 evidencia a alta concentração de sedimentos nos períodos chuvosos no sistema geomorfológico do Rio Araguaia, favorecida também por uma geologia formada basicamente por rochas arenosas com baixa resistência a processos erosivos.

Figura 1 – Distribuição temporal e espacial das concentrações de sedimentos em suspensão na planície de inundação do Rio Araguaia



Fonte: Bayer (2010, p. 44)

Entende-se que essa condição peculiar da Bacia do Rio Araguaia é similar à da Bacia do Rio Vermelho, considerando que ambas são formadas por rochas arenosas, embora com idades geológicas distintas. Na Bacia do Rio Araguaia, há rochas mais antigas, da Era Paleozóica, enquanto na BHRV temos rochas de idades mais recentes, da Era Cenozóica, especificamente dos períodos Terciário e Quaternário, mas as duas apresentam a mesma vulnerabilidade a processos erosivos, certamente agravados pelo uso e ocupação para pastagem em APPs.

A antropização da BHRV e sua condição geológica favorável à produção e ao acúmulo de sedimentos traz consequências graves, como recrudescimento dos processos erosivos, o assoreamento e mudança na dinâmica hidrológica, potencializados pelo uso e a ocupação ilegais das APPs por pastagem que degrada todo o ecossistema de produção de solo e água.

Há também outros prejuízos ao sistema hídrico associados à antropização das APPs na BHRV, a exemplo da mudança do canal do Rio Vermelho, no trecho na região de Britânia, abandono do antigo canal e redirecionamento para um novo. Os estudos de Bayer (2010) apontam reflexos no aumento do assoreamento, na diminuição do volume de água e na dinâmica de transporte de sedimentos.

É interessante destacar essa particularidade geológica da BHRV ao longo de sua extensão como diferencial, pois, nos segmentos da baixa e média Bacia, encontram-se rochas mais arenosas e mais propensas a processos erosivos, além de relevo mais plano, como ocorre nos municípios de Aruanã, Britânia, Matrinchã, Itapirapuã, Jussara e Santa Fé. Especificamente na Alta Bacia, nos municípios de Goiás, Faina e Novo Brasil, há rochas cristalinas e mais resistentes a processos erosivos que sustentam solos rasos, cobertura vegetal superficial e relevo muito acidentado.

Essas condições geológicas e de relevo diferenciadas, aparentemente antagônicas, não se mostram relevantes com relação ao uso e à ocupação ilegais de APPS por pastagem, visto que isso acontece em todos os segmentos da Bacia. No entanto, elas constituem importantes fatores de agravamento dessa situação de uso e ocupação que podem acelerar os processos erosivos e potencializar as fragilidades naturais existentes que são determinantes na sustentabilidade do sistema hidrológico, severamente afetado pelo avanço da pastagem sobre as APPs.

A proteção de APPs é de suma importância para gestão de bacias hidrográficas (Brandão, 2001) e fundamental no equilíbrio dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos propiciadores do fornecimento de água, sendo indissociável a preservação dessas áreas e os recursos hídricos indispensáveis para a sobrevivência das espécies animais e florísticas (Tundisi; Maturuma-Tundisi, 2010; Maciel, 2009).

A estabilidade hídrica proporcionada pela integridade das APPs deve ser defendida em razão de ser insubstituível para o fornecimento e abastecimento de água para todas as atividades humanas (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013). A água é o elemento essencial e imprescindível para a sobrevivência de todas as espécies de vida na Terra, de qualquer atividade produtiva e das múltiplas interações que garantem o equilíbrio do ecossistema planetário. Essa é uma razão suficiente para buscar a integração de atividades socioeconômicas com a preservação ambiental, que traduz a base da sustentabilidade.

2.2 Áreas de Preservação Permanente

Nesta tese, adota-se a definição de Área de Preservação Permanente trazida pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012): “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012a).

As APPs estão localizadas ao longo de rios ou de qualquer curso d'água; ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de águas naturais ou artificiais; nas nascentes; no topo de morros, montes, montanhas e serras; nas encostas ou partes destas; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas; e em altitudes superior a 1.800 metros. Não é permitido o uso dos recursos florestais em áreas de APPs. A supressão da vegetação em APP poderá ser autorizada apenas em casos de utilidade pública ou interesse social (Brasil, 2012a).

Conforme estabelece o artigo 4º da Lei, consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação que envolvem:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para cursos d'água de menos de 10 m de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura;
- c) 100 (cem) metros, para cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno de lagos e lagoas naturais em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas; [...] (Brasil, 2012a).

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, dispõe que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988). No parágrafo terceiro do mesmo artigo, consta que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (Brasil, 1988).

O arcabouço legislativo ambiental brasileiro é importante e suficiente para promover a preservação e proteção do meio ambiente (Muro, 2013; Muro Júnior, 2013), bem como a punição daqueles que degradam e provocam danos ambientais (Abreu, 2002). No entanto, é necessária a implementação de políticas públicas que, associadas às leis, estabeleçam diretrizes e ações efetivas para a aplicação da legislação, o combate ao crime ambiental, a fiscalização, o monitoramento, a responsabilização pelos danos ambientais e a preservação das áreas prioritárias de conservação.

Além do Código Florestal Brasileiro, cabe destacar a lei de crimes ambientais — Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Brasil 1988) —, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente; a Lei nº 6.938/81, da Política Nacional do Meio Ambiente, que define o ar, o solo, o subsolo, as águas, a fauna silvestre e a flora, incluindo as florestas nativas ou naturais, como recursos ambientais a serem preservados (Brasil, 1981); a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e define restauração como a restituição de um ecossistema degradado, o mais parecido possível com a sua condição original (Brasil, 2000); a Lei nº 7.347/85, que disciplina a ação civil pública para a proteção dos interesses e direitos referentes ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e orienta sobre o instrumento processual adequado para prevenção e reparação de danos ao meio ambiente (Brasil, 1985).

De acordo com Franco e Almeida (2009), as APPs foram definidas pela primeira vez como áreas prioritárias de preservação ambiental no Código Florestal do Estado do Paraná, instituído por lei em 1907. Posteriormente, com o Código Florestal Brasileiro de 1934 (Brasil, 1934), começou-se a normatizar as áreas protetivas para a preservação ambiental sob a perspectiva das florestas protetoras. Em seguida, o Código Florestal de 1965 (Brasil, 1965) conceituou as APPs — definição mantida pelo atual CFB de 2012, que foi aprimorado ao estabelecer para as APPs a função distinta de preservação ecossistêmica do meio ambiente no qual estão inseridas.

A produção de alimentos demanda a utilização de recursos naturais como solo e água, mas o uso irracional desses recursos tem como consequências diversos malefícios, dentre eles o empobrecimento do solo e a escassez hídrica em razão da inobservância de leis protetivas do meio ambiente.

Na contemporaneidade, a situação de degradação das APPs (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013) pelo uso e ocupação por pastagem na BHRV deve ser compreendida no contexto de conflitos hídricos na dimensão proposta por Bakker e Morinville (2013). Os autores afirmam que os conflitos hídricos são gerados pela falta de governança da água, que é apropriada e usada simplesmente como bem econômico, com o propósito de garantir a produção de bens e *commodities* em detrimento da segurança das águas como garantia de abastecimento para os seres humanos, para a produção, segurança nacional e serviços ambientais.

A delimitação e o dimensionamento das APPs elimina a subjetividade do processo contido no CAR, viabilizando o fiel cumprimento do CFB, além de favorecer a identificação, o monitoramento e a fiscalização ambiental dessas áreas.

Comumente, nas propriedades rurais, não há identificação das APPs (Metzger, 2010). A atividade agropecuária utiliza e ocupa áreas aparentemente sem se preocupar com a importância delas na preservação e proteção do ecossistema natural, nem com o cumprimento da legislação ambiental. Diante disso, a delimitação das APPs é fundamental para estabelecer critérios ecologicamente justos na tomada de decisão de políticas públicas que almejam preservar e proteger os ecossistemas (Borges *et al.*, 2011).

Ademais, há que se considerar as incongruências e inverdades contidas nas declarações fornecidas pelos donos de imóveis rurais ao CAR, quanto à condição real de APPs dentro de suas terras. Nas propriedades selecionadas para esta pesquisa, foram identificadas áreas declaradas como APPs, as quais são usadas e ocupadas por pastagem, o que remete aos questionamentos de Metzger (2010) sobre as bases científicas do CFB, que carece de informações técnicas sobre a real situação das áreas ambientais protegidas por lei.

2.3 Uso e ocupação de APPs de rios e lagos por pastagem

A propriedade rural, para cumprir sua função social, deve equilibrar as necessidades de produção de alimentos, de proteção ambiental e de geração de postos de trabalho (Leff, 2001). Isso deve ser feito conforme a legislação vigente, especialmente o Código Florestal, que deve ser eficiente em preservar a vegetação nativa brasileira, impedindo que APPs sejam destruídas com a sua conversão em ou ocupação por pastagem.

A apropriação e o uso da água somente como bem econômico, a serviço da produção de bens e commodities, são observados na BHRV, onde os riscos relacionados à falta de água atingem toda a população e a produção de serviços ambientais. Tudo isso em consequência do uso e da ocupação ilegais das APPs de rios e lagos para a formação de pastagem. Destaca-se que a degradação das APPs está diretamente ligada com a falta de água, e garantir a disponibilidade de água implica preservar e proteger as APPs de rios e lagos.

O CFB prevê três situações para a derrubada de mata em APP. Uma delas é a de utilidade pública, que envolve atividades de segurança nacional e de proteção sanitária; obras de infraestrutura para serviços públicos de transporte, saneamento, gestão de resíduos, salineiras, energia, telecomunicações, radiodifusão e mineração (exceto extração de areia, argila, saibro e cascalho); atividades e obras de defesa civil, que melhorem a própria APP.

Outra, relativa ao interesse social, inclui atividades para proteção da vegetação nativa (controle do fogo, da erosão, proteção de espécies nativas); exploração agroflorestal em pequena propriedade ou por povos e comunidades tradicionais; infraestrutura pública de esportes, lazer e atividades educacionais e culturais; regularização de assentamentos ocupados por população de baixa renda; instalações para fornecimento de água e esgoto, desde que tratado; e extração de areia, argila, saibro e cascalho outorgadas pela autoridade competente (Brasil, 2012a).

A terceira situação correspondente a atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, compreende abertura de pequenas vias internas para travessia de curso de água e acesso de pessoas e animais para a obtenção de água; captação de água; trilhas para ecoturismo; pequeno ancoradouro; construção de moradia de agricultores familiares e populações tradicionais, com abastecimento de água pelos próprios moradores; cercas de divisa de propriedade; pesquisa relativa a recursos ambientais; coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas; plantio de espécies nativas; e exploração agroflorestal e manejo florestal sustentável, comunitário e familiar (Brasil, 2012a).

O desmatamento crescente do Cerrado, em especial o goiano, é determinante para o desequilíbrio ambiental de todo o ecossistema do bioma, agravado pelo tipo de atividade agropecuária predatória de uso exaustivo de solo e água, com o cultivo de monoculturas como soja, milho e cana-de-açúcar, que avançam sobre áreas de terras protegidas por lei e que, em razão de sua extrema importância para a manutenção e preservação do equilíbrio ecossistêmico do Cerrado, devem ser protegidas (Strassburg *et al.*, 2017).

As ocupações ilegais das APPs por pastagens na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho impactam negativamente o sistema hídrico da região, tendo como últimas consequências a escassez e o secamento de suas águas. O descumprimento da lei ocorre quando as APPs são ocupadas com pastagens em detrimento de sua importante função de preservação dos ecossistemas nos quais elas estão inseridas (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013).

O sistema lacustre do Rio Vermelho é formado por lagos com área de até 20 hectares e com APPs de 50 metros, conforme estabelecido legalmente. É notícia comum a degradação ambiental da BHRV. Matérias jornalísticas informam que municípios integrantes da Bacia sofrem diretamente ou indiretamente com esses danos. A cidade de Goiás, por exemplo, ora padece com secas ora com enchentes no Rio Vermelho.

Em janeiro de 2011 foi publicada matéria com o título “Enchente do Rio Vermelho causa estragos na cidade de Goiás” (Enchente [...], 2011). Em setembro de 2014, o G1, Portal

de Notícias da Globo, *publicou a matéria* “Rio Araguaia pode secar em até 40 anos, revela estudo da polícia em GO” (Rio Araguaia [...], 2014).

Em março de 2019, o jornal *Correio Braziliense* noticiou: “Enchente atinge construções históricas da parte baixa da Cidade de Goiás” (Alves; Santa Rita, 2019). O Canal de Notícias Araguaia, em outubro de 2021, deu ênfase a este caso: “Rio Vermelho é desviado do seu leito original e ameaça Lago dos Tigres secar” (Portela, 2021). “Cheia do Rio Vermelho assusta moradores na cidade de Goiás” é o título da matéria publicada em 19 de fevereiro de 2022 pelo G1 - Globo (Oliveira, 2022). Outra notícia, publicada pelo *Jornal Opção* em fevereiro de 2024, informa: “Rio Vermelho transborda após temporal e Cidade de Goiás está em alerta máximo” (Kamenach, 2024).

Essa problemática é abordada por Rosa (2012) na monografia intitulada “A enchente do Rio Vermelho na Cidade de Goiás (GO)” em 31 de dezembro de 2001 e seu impacto nas discussões sobre meio ambiente, memória e patrimônio, e por Silva e Barbalho (2018). Os fatores naturais, o uso do solo, extremos climáticos com excesso de chuva levaram à condição de enchente no Rio Vermelho na Cidade de Goiás-GO em 2001. Todas essas publicações jornalísticas e científicas servem para reforçar os argumentos desta tese e expor a degradação ambiental de áreas que deveriam estar protegidas.

As atividades agropecuárias, de modo geral, requerem uma enormidade de terras. A falta de manejo e uso racional de solo e água, resultantes da insistente busca por lucratividade a todo custo, avançam sobre áreas de terras protegidas por lei, notadamente sobre APPs (Borges *et al.*, 2011).

Essa situação é negligenciada pelo CFB, ao não contemplar adequadamente as áreas de preservação ambiental prioritárias, em especial aquelas com maior vulnerabilidade hidrológica e pedológica aos processos erosivos e ao assoreamento, sendo tal condição determinante para o risco de morte desses rios (Mueller; Martha Júnior, 2008). A ocupação ilegal de APPs para formação de pastagem ou expansão da agricultura compromete a função dessas áreas, que é a de preservação ecossistêmica, tão importante para o equilíbrio ambiental, conforme estabelecido pelo próprio CFB (Mueller; Martha Júnior, 2008).

Dados preocupantes foram apresentados pela secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (Semad), Andréa Vulcanis, durante audiência pública realizada em 30 de maio de 2023 pela Comissão de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Assembleia Legislativa do Estado de Goiás (Alego) para debater “Políticas públicas e diretrizes para o combate ao desmatamento em Goiás”. Nessa audiência foram fornecidos dados e informações importantes sobre o desmatamento no Brasil e no estado de Goiás, com

destaque para a situação atual no bioma Cerrado, sublinhando que 59,8% do território brasileiro está conservado com vegetação nativa, ao passo que, no Cerrado, 45% são áreas agropecuárias.

Segundo a secretária “**em 2019, foram desmatados ilegalmente cerca de 33 mil hectares de Cerrado, em 2020 foram 23 mil hectares e em 2021 foram 31 mil hectares**”. No tocante às autorizações para desmatamento, a secretária destacou o aumento no rigor do processo de licenciamento: “**Entre 2020 e 2023, foram autorizados entre 20 mil e 30 mil hectares de desmatamento anualmente, enquanto aproximadamente 118.000 hectares foram desmatados sem licença durante o mesmo período**”. Ela enfatizou a importância da conscientização da sociedade sobre a preservação ambiental e a necessidade de políticas públicas efetivas para combater o desmatamento (Vulcanis *apud* Alego, 2023).

Comumente, as APPs estão inseridas em terras particulares e acabam sendo utilizadas ou ocupadas pelo sistema produtivo dessas propriedades que avança sobre áreas protegidas, ficando elas expostas ao livre acesso de uso, ocupação e conversão em pastagem, áreas para agricultura e até em espaços recreativos e turísticos. Acreditamos que essa situação é resultado do desrespeito às leis protetivas do meio ambiente e à falta de fiscalização, controle e monitoramento dessas áreas que, embora de vital importância para o equilíbrio do ecossistema, ficam à mercê do acesso amplo e irrestrito de qualquer um. Trata-se de um ciclo contínuo de uso e ocupação ilegal de APPs que, indubitavelmente, não está em discussão em momento algum da produção, do fornecimento e do consumo de alimentos agrícolas produzidos nessas áreas.

O desmatamento do Cerrado goiano ocorre porque o modelo produtivo é extremamente degradante do meio ambiente e não tem preocupação em preservar os recursos naturais, tampouco busca a compatibilidade da produção econômica com a preservação ambiental. De modo oposto, “a intensificação sustentável da produção nas terras agrícolas já existentes tem sido apontada como uma solução crucial para o conflito entre a expansão da produção agrícola e a conservação dos ecossistemas naturais” (Strassburg *et al.*, 2012, p. 3). O texto faz parte do estudo *Aumentando a produção agrícola e evitando o desmatamento: um estudo de caso para o Mato Grosso, Brasil*, coordenado pelo Instituto Internacional para a Sustentabilidade (IIS) e elaborado em parceria pelo Instituto Centro de Vida (ICV) e Agrosuisse. Os autores argumentam que “é possível aumentar a eficiência da agricultura e mitigar as emissões de gases de efeito estufa por meio da preservação dos recursos naturais e melhorias no uso da terra, o que leva a uma maior produção sem novos desmatamentos” (Strassburg *et al.*, 2012, p. 3).

2.4 Sistema produtivo da pecuária no Cerrado goiano

O Brasil é um dos signatários do Acordo de Copenhague, firmado em 2009, ao final da Conferência das Nações Unidas para a Biodiversidade (COP-15), no qual se comprometeu a reduzir, voluntariamente, entre 36,1% e 38,9% das emissões totais nacionais de gases de efeito estufa até 2020 em relação às emissões brasileiras projetadas para o mesmo período (Barbosa, 2009) e propôs inicialmente um programa de ações com a finalidade de “reduzir em 80% e 40% a taxa de desmatamento na Amazônia e no Cerrado, respectivamente; adotar, na agricultura, a recuperação de pastagens degradadas; promovendo práticas como a integração lavoura-pecuária (ILP) [...]” (Gurgel; Laurenzana, 2016, p. 344).

Posteriormente, outras ações foram incorporadas aos compromissos relativos à agropecuária: adotar sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); ampliar os sistemas agroflorestais (SAFs); e intensificar o processamento e tratamento de dejetos animais (Gurgel; Laurenzana, 2016, p. 344).

Em seguida, na COP-21, realizada em 2015, em Paris, assumiu metas mais ambiciosas do que aquelas previamente pactuadas, considerando grandes ações com os objetivos de “acabar com o desmatamento ilegal; restaurar 12 milhões de hectares de florestas; recuperar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; integrar 5 milhões de hectares de lavoura-pecuária-florestas [...]” (Gurgel; Laurenzana, 2016, p. 346-347).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2021), o Brasil é o país com o maior rebanho bovino do mundo, representando 14,2% do total, com 218 milhões de cabeças, seguido pela Índia com 193 milhões de cabeças. Os Estados Unidos é o maior produtor de carne bovina com 17,8% do total em 2021, seguido pelo Brasil com 10 milhões de toneladas, equivalentes a 14,9% do total do mercado internacional e em terceiro lugar a China com 8,8%. Os três principais produtores somam em torno de 41,5% da produção mundial. Por outro lado, quando somadas as produção de carne bovina, suína e de frango, o Brasil mantém a 3ª posição mundial. São 29 milhões de toneladas em 2021, com 9,4% do mercado mundial. Destaques para China, com 21,8%, e Estados Unidos, com 14,9% em 2021. Os três principais produtores somaram 46,1% do total (Embrapa, 2021).

O país ocupa a quarta posição na produção mundial de grãos (arroz, cevada, milho, soja e trigo) e alcançou uma produção de 250 milhões de toneladas em 2021. Estados Unidos e China são os grandes líderes, seguidos pela Índia e pelo Brasil. “Porém, em 2023, a previsão é de que o Brasil supere a Índia e se torne o terceiro maior produtor mundial” (Embrapa, 2022a). Também o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) tem expectativas

positivas nesse sentido. O estudo informa que o Produto Interno Bruto (PIB) da agropecuária para o primeiro trimestre de 2023 mostrou um crescimento extraordinário da agricultura brasileira. A comparação do primeiro trimestre de 2023 com o trimestre anterior revela um crescimento da agropecuária de 21,1%, enquanto o PIB geral cresceu 1,9% (Mapa, 2023).

Uma das projeções é a de que a área plantada com lavouras deve passar de 90 milhões de hectares em 2022/23 para 115,8 milhões em 2032/33. Um acréscimo de 15,8 milhões de hectares. Essa expansão está concentrada em soja, mais 12 milhões de hectares, cana-de-açúcar, mais 1,3 mil e milho, com 3,8 milhões de hectares” (Mapa, 2023, p. 93). O estudo indica ainda que “a expansão de área de soja e cana-de-açúcar deverá ocorrer pela incorporação de áreas novas, áreas de pastagens naturais e pela substituição de outras lavouras que deverão ceder espaço, além da recuperação de terras degradadas” (Mapa, 2023, p. 92).

Quanto à pecuária, no Brasil predomina a bovinocultura de corte extensiva, baseada no uso de plantas forrageiras adaptadas às condições climáticas e de solo de cada região e na utilização limitada de insumos (Amaral *et al.*, 2020, p. 255). Com aproximadamente “165 milhões de hectares de pastagem presentes em biomas com características edafoclimáticas, geomorfológicas e econômicas diferentes, o desafio de entender essas culturas de gramíneas exóticas se torna ainda maior” (Santos, 2022, p. 10).

Em áreas de pastagens, os estoques de carbono estão principalmente no solo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2009), esse segmento tem grande potencial de sequestro e armazenamento de carbono, sendo considerado um dos maiores sumidouros de carbono. No entanto, é necessário analisar a situação da legalidade dessas pastagens: se elas utilizam ou ocupam APPs que são protegidas por lei e se cumpre a importante função de equilíbrio do ecossistema no qual está inserida.

Ao abordar esse assunto, Leff (2001) acentua que, para cumprir sua função social, a propriedade rural tem que equilibrar as necessidades de produção de alimentos, proteção ambiental e geração de postos de trabalho. Isso deve ser feito obedecendo à legislação correlata, especialmente o Código Florestal, que deve ser eficiente na preservação da vegetação nativa brasileira, impedindo que APPs sejam destruídas pela conversão ou ocupação para pastagem (Mueller; Martha Júnior, 2008).

A expansão da fronteira agrícola, com sua dinâmica de uso e ocupação de terras para a produção de alimentos, é um fator determinante no uso e na ocupação do Cerrado goiano, principalmente por meio do desmatamento ilegal — mais de 50% do bioma Cerrado já perdeu sua área original (Strassburg *et al.*, 2017).

Essas áreas naturais do Cerrado, de riquíssima biodiversidade de flora e fauna e de grande importância paisagística e cultural, são destruídas para dar espaço à pastagem e à agricultura, com o objetivo de ofertar a produção de proteína animal para o mercado nacional e internacional (Miziara; Ferreira, 2008). A perda significativa de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos pode interferir na dinâmica das funções ecossistêmicas devido à rápida expansão e à gestão insustentável das culturas agropecuárias.

O desmatamento e o avanço dele sobre as APPs inviabilizam uma economia agrícola minimamente sustentável do ponto de vista ambiental — razão pela qual devemos praticar medidas preventivas e protetivas do meio ambiente, com o combate intransigente ao desmatamento e o impedimento da ocupação dessas áreas de preservação, bem como garantir o cumprimento das reparações do passivo ambiental gerado (Strassburg, 2014).

O desmatamento ilegal, ou mesmo o legal que ocorre sem fiscalização e monitoramento, é o principal condutor de apropriação indevida de solo e água, especialmente no Cerrado goiano, onde mais de 60% de sua área já foi convertida em pastagem (Ferreira; Ferreira, 2008). Esse ataque à formação florestal nativa tem agravado a extinção da biodiversidade (Ferreira, 2015).

A atividade de pecuária extensiva, com a criação de gado solto no pasto, necessita de enorme quantidade de pastagem e de extensões de terras para a criação. A baixa qualidade da pastagem, o empobrecimento do solo e a falta de água impulsionam a abertura de novas áreas de pasto, capazes de oferecer aos animais a quantidade adequada de nutrientes exigidos para o sucesso da pecuária, o que, infelizmente, acelera o avanço do desmatamento sobre áreas até então ocupadas pela floresta nativa para atender essa demanda crescente de alta produtividade pecuária (Arantes, 2017).

A pujança do agronegócio não deve ser entendida como uma carta branca para agredir o meio ambiente, em desrespeito à legislação ambiental, principalmente ao Código Florestal Brasileiro, que tem se mostrado incapaz de barrar o desmatamento e o uso e a ocupação de APPs e de fomentar a preservação e proteção dessas áreas legalmente protegidas. Aliam-se a isso a falta de política governamental efetiva de preservação dos ecossistemas, a imobilização social e a ausência de fiscalização e monitoramento das áreas protegidas, o que evidencia desconhecimento do passivo ambiental brasileiro (Muro Júnior, 2013).

Qual é o tamanho do passivo ambiental gerado pelo agronegócio? Não se sabe. Apenas se conhecem seus inevitáveis efeitos maléficos para o meio ambiente, a exemplo da escassez e do secamento hídrico e o empobrecimento do solo.

Na BHRV, cerca de 90% da produção pecuária usa pastagem e o manejo dela é de suma importância, tanto na expectativa de aumento de produtividade como na preservação do ecossistema no qual a atividade está inserida, mesmo sem manejo adequado da pastagem (Silva, 2019).

O chamado agronegócio tem se mostrado extremamente lucrativo por ser uma atividade geradora de crescimento e desenvolvimento econômico de Goiás, figurando como grande exportador de carne e derivados, de soja, milho, algodão e outras de *commodities* que alavancam o crescimento econômico regional e nacional, aumentando a riqueza do estado. No entanto, aos acréscimos econômicos provenientes das atividades agrícolas somam-se danos de elevado custo ambiental ainda não quantificados. Ignorar esse passivo ambiental gerado pela produção agropecuária significa negligenciar a degradação dos recursos naturais indispensáveis a qualquer atividade humana, inclusive a agricultura. Por isso a importância de buscar compatibilidade entre preservação ambiental e produção econômica na intenção de efetivamente estabelecer a sustentabilidade ambiental.

Esta conciliação ainda está distante da realidade do agronegócio, o qual, em geral, demonstra pouca importância ao quadro de degradação do solo e da água, desenvolvendo suas atividades agrícolas e pecuárias sem se preocupar com sua responsabilidade socioambiental de reparar, compensar e minimizar os impactos prejudiciais da atividade (Muro Júnior, 2013; Arantes, 2017), mesmo sabendo que produtos sustentáveis ambientalmente devem ser originados de ações preservacionista e legais. Produzir em áreas protegidas por lei, que possuem uma função protetiva ecossistêmica, não é o caso (Tundisi; Maturuma-Tundisi, 2010).

Reforçando a importância de compatibilizar as atividades agrícolas com preservação e proteção ambiental, destaca-se a participação da Embrapa, criada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 1973 com a missão de levar conhecimento e avanços tecnológicos para a agropecuária brasileira. A Embrapa (2022b) elenca sete megatendências para a agricultura brasileira até 2030, considerando crescimento econômico e populacional, urbanização e longevidade, demanda crescente de alimentos, água, fibras e energia e desenvolvimento mais sustentável. As tendências indicadas referem-se a mudanças socioeconômicas e espaciais na agricultura; intensificação e sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola; mudança do clima; riscos na agricultura; agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas; protagonismo dos consumidores; convergência tecnológica e de conhecimento na agricultura.

2.5 Cadastro Ambiental Rural

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro público eletrônico nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental, econômico e combate ao desmatamento. A inscrição do imóvel rural no CAR é realizada por meio de sistema eletrônico e deverá ser feita no órgão estadual competente, na Unidade da Federação em que se localiza o imóvel rural. No estado de Goiás, a Lei nº 18.104/2013 (Goiás, 2013) regulamenta o CAR, embasada na Lei nº 12.651 (Brasil, 2012a) e na Instrução Normativa nº 2 MMA/2014 do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2014a). No CAR declara-se a Reserva Legal do imóvel, assim como as Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Uso Restrito, se houver.

O compêndio legislativo acerca do cadastro ambiental rural é bem extenso e trata do tema detalhadamente nas seguintes leis:

- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Brasil, 2012a).
- Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Brasil, 2012b).
- Decreto nº 8.235, de 05 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente (Brasil, 2014b)
- Instrução Normativa nº 2, de 06 de maio de 2014 do Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Sicar) e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural (Brasil, 2014ba).
- Instrução Normativa nº 3/MMA, de 18 de dezembro de 2014 do Ministério do Meio Ambiente. Institui a Política de Integração e Segurança da Informação do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Brasil, 2014c).
- Portaria Mapa 121/2021, de 12 de maio de 2021. Estabelece, no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, procedimentos gerais complementares para a análise dos dados do Cadastro Ambiental Rural e para integração dos resultados da análise ao Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Brasil 2021).

O CAR tem sido bem aceito pelos proprietários e possuidores de imóveis rurais em Goiás, pois, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), 100% das propriedades e posses rurais, que somam 150.592 imóveis, já foram devidamente cadastradas no CAR (Goiás, 2024). Isso contribui para uma gestão ambiental mais eficiente, permitindo o conhecimento do uso do solo, embasamento para o licenciamento ambiental e fiscalização ambiental.

O cadastro no CAR permite um conhecimento mais especializado da situação do meio ambiente dentro dos imóveis rurais nos estados e municípios, possibilitando a proteção, preservação e regularização ambiental. O problema é que, por ser autodeclaratório, esse cadastro pode conter informações inverídicas. Nesse caso, os dados devem ser verificados por órgãos governamentais que nem sempre dispõem de mecanismos adequados ou são ineficazes na fiscalização e no monitoramento desses imóveis rurais. Isso agrava o quadro de degradação ambiental, como ocorre na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, onde APPs de rios e lagos estão sendo usadas e ocupadas por pastagem.

A inscrição no CAR e a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) devem ser realizadas nos órgãos ambientais estaduais de meio ambiente. Compete aos órgãos ambientais estaduais prover os sistemas eletrônicos necessários ao cadastramento de imóveis no CAR e viabilizar a regularização ambiental.

O Brasil reuniu 7.216.877 cadastros rurais até outubro de 2023. O número considera os CARs de imóveis rurais, de territórios tradicionais de povos e comunidades tradicionais e de assentamentos da reforma agrária, nas situações ativo, pendente e suspenso. O total de cadastros equivale a uma área de mais de 672 milhões de hectares, e 49% dos declarantes registraram solicitações de adesão ao PRA. Os dados constam no boletim do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2023), que informa que 101.349 cadastros tiveram análise de regularidade ambiental concluída, representando uma área de 20,7 milhões de hectares.

Bahia e Minas Gerais lideram os estados com o maior número de cadastros, somando 1,07 milhão e 1,03 milhão, respectivamente. Em seguida vem o Rio Grande do Sul, com 619.231, e o Paraná, com 509.245. O estado de Goiás foi responsável por 208.925 cadastros, correspondentes a uma área de 33.420.469 hectares, com 66% de solicitações de adesão ao PRA. Foram 105 cadastros com análise de regularidade ambiental concluída, representando uma área de 68.850 hectares (MMA, 2023).

O diretor de Regularização Ambiental no Serviço Florestal Brasileiro (SFB), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, João Francisco Adrien Fernandes, falou sobre o CAR na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26),

realizada em Glasgow, no Reino Unido, em novembro de 2021 e enfatizou a importância da análise dos dados do CAR:

Os produtores aderiram massivamente. O grande desafio agora do governo federal e dos estados é analisar esse cadastro. Ao passo que avançamos nesta agenda, nós teremos a agenda da recuperação florestal avançando com intensidade. Em outros países, a recuperação acontece em áreas públicas. No Brasil, além das áreas públicas, nós temos as propriedades rurais (Fernandes *apud* 'Análise [...], 2021).

As declarações contidas no CAR podem não refletir a verdade sobre o estado de conservação ou, ao contrário, de degradação das APPs, o que prejudica as tomadas de decisões públicas quanto ao manejo e à recuperação dessas áreas, conforme proposto pelo Programa de Regularização Ambiental.

Importa salientar que o passivo ambiental gerado pelo uso e pela ocupação de APPs por pastagem ainda não foi dimensionado (Muro Júnior, 2013). A expectativa é que o CAR consiga chegar a esse resultado. No entanto, disparidades e incongruências entre as informações declaradas no CAR e a realidade das propriedades constituem um grande desafio.

A adesão de proprietários e possuidores de imóveis rurais ao CAR também é motivada pelo cumprimento de requisitos para acesso a crédito e seguro agrícola, financiamentos bancários, licenciamento ambiental e transferência imobiliária dessas propriedades, que são obrigadas ao registro, sem o qual não podem acessar esses serviços. O Código Florestal prevê que o proprietário ou possuidor que não aderir ao CAR não terá acesso a crédito, financiamento e seguro agrícola.

Outra finalidade de registro no CAR, de suma importância, é a possibilidade de identificar o passivo ambiental gerado dentro desses imóveis rurais — condição necessária para a execução do PRA.

De acordo com o Decreto nº 8.235, de 5 de maio de 2014 (Brasil, 2014), que estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental, esses programas serão implantados pelos estados e pelo Distrito Federal, observados os seguintes requisitos:

- I - termo de compromisso, com eficácia de título executivo extrajudicial;
- II - mecanismos de controle e acompanhamento da recomposição, recuperação, regeneração ou compensação e de integração das informações no Sicar; e
- III - mecanismos de acompanhamento da suspensão e extinção da punibilidade das infrações de que tratam o § 4º do art. 59 e o art. 60 da Lei nº 12.651, de 2012, que incluem informações sobre o cumprimento das obrigações firmadas para a suspensão e o encerramento dos processos administrativo e criminal (Brasil, 2014).

Portanto, conforme detalhado, o CAR pode ser uma ferramenta importante para identificação e recuperação do passivo ambiental, desde que seja fundamentado em dados e informações corretas e verídicas sobre a real situação ambiental de cada imóvel rural (Leuzinger, 2007).

2.6 Programa de Regularização Ambiental

O Código Florestal Brasileiro trata do Programa de Regularização Ambiental (PRA), com normas gerais dispostas no Decreto nº 7.830/2012 (Brasil, 2012b), que contempla um conjunto de ações a serem desenvolvidas pelos proprietários e possuidores de imóveis rurais com o objetivo de promover a regularização ambiental de suas propriedades ou posses.

Art. 18. A recomposição das áreas de reserva legal poderá ser realizada mediante o plantio intercalado de espécies nativas e exóticas, em sistema agroflorestal, observados os seguintes parâmetros:

I - condução da regeneração natural de espécies nativas;

II - plantio de espécies nativas

III - plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas; e

IV - plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até cinquenta por cento da área total a ser recomposta [...] (Brasil, 2012b).

A repercussão econômica referente à recuperação de APPs envolve um custo financeiro e operacional que deve ser assumido pelos proprietários e possuidores de imóveis rurais. É fato que o pagamento dos custos relativos às medidas mitigadoras e preservacionistas sempre foram feitas por eles ou pelo menos eles suportam o maior peso econômico disso porque não há, no Brasil, uma política pública nacional de recuperação de áreas degradadas que preveja recursos financeiros, prazos e condições para monitoramento, fiscalização e punição dos responsáveis pelos passivos ambientais gerados.

Tentativas esporádicas e isoladas de recuperação ambiental feitas por estados e municípios precarizam o PRA, pois não basta ter leis que regulamentem essa prática. É necessária uma política pública de Estado brasileiro que estabeleça a recuperação ambiental como política de gestão dos recursos ambientais de forma responsável, na perspectiva de consenso e compatibilização da proteção e preservação do meio ambiente com a produção de alimentos (Sachs, 2008).

Apesar de a legislação ambiental normatizar e disciplinar a proteção e a preservação das APPs, determinando o controle, o monitoramento, a fiscalização e a punição por danos

ambientais, percebe-se que ela entra em descompasso com a prática. Provas disso são o crescente desmatamento de biomas, principalmente o Cerrado e o Amazônico, e a degradação de áreas ambientais protegidas por lei.

O descumprimento da legislação por alguns proprietários e possuidores de imóveis rurais, associada à incapacidade governamental de combater ações que degradam o meio ambiente de forma eficaz, contribuem para o desmatamento e a apropriação indevida de áreas protegidas por lei, como as APPs de rios e lagos na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, que estão sendo ocupadas por pastagens e lavouras.

As despesas operacionais e financeiras com cercamento, controle de plantas invasoras e de pragas, monitoramento e manutenção de cercas, instalação de bebedouros, perfuração de poço ou derivação de água do canal fluvial, com instalações hidráulicas, equipamentos elétricos, rede elétrica, bombas d'água e outorga e licenciamento ambiental para o uso de água devem ser suportadas pelo proprietário ou possuidor do imóvel rural, o que inviabiliza o processo de recuperação de forma efetiva e ágil.

Isso reforça a constatação da necessidade de uma política pública de gestão, financiamento e subsídios que possibilite investimentos na recuperação ambiental, pois, a depender somente de recursos financeiros privados, torna-se impraticável a recuperação de passivos ambientais. E de que o Código Florestal, em mais de uma década de existência, tem mostrado sua inoperância em fazer cumprir suas disposições sem que haja perspectiva de mudança positiva no futuro.

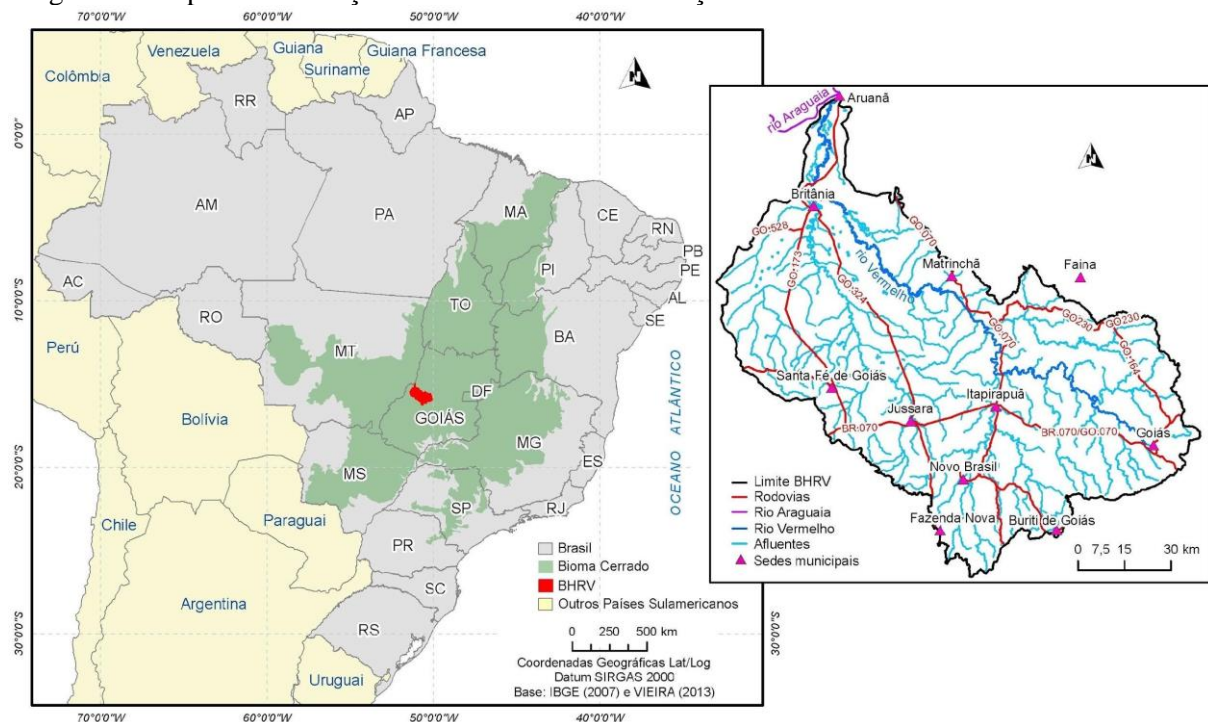
3 ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, caracteriza-se a área de estudo (Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho), dando ênfase ao uso e cobertura do solo na BHRV, relacionam-se as bases de dados utilizadas na pesquisa e informam-se os procedimentos de análise.

3.1 Área de estudo

O estudo desta tese foi concentrado na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, inserida na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, na Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, localizada na porção centro-oeste do estado de Goiás, com as seguintes coordenadas geográficas: no extremo oeste, latitude $15^{\circ}36'00''$ S e longitude $51^{\circ}25'00''$ W, e no extremo leste, latitude $15^{\circ}36'00''$ S, e longitude $50^{\circ}04'00''$ W. A BHRV ocupa uma área de drenagem de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, o que representa 3,23% da área total do estado, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil e Buriti de Goiás e a totalidade do território do município de Itapirapuã, conforme apresentado no mapa correspondente à Figura 2.

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo em relação ao estado de Goiás e ao bioma Cerrado



Fonte: Santos (2014, p. 45)

A BHRV é delimitada ao norte e a nordeste pela Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, a sudeste pela Serra Dourada e pela Bacia do Rio dos Bois, a sudoeste pela Serra da Bocaina e pela Bacia do Rio Claro, desaguardo no Rio Araguaia, no município de Aruanã.

O Rio Vermelho nasce no município de Goiás, na Serra Dourada, e seu curso predominante segue em direção noroeste. É o principal afluente do Rio Araguaia pela margem direita, com sua foz na cidade de Aruanã. Os principais afluentes do Rio Vermelho são, pela margem esquerda, o Rio Uvá e Rio Água Limpa, e pela margem direita, o Rio Ferreira.

A atividade econômica predominante na Bacia é a pecuária, com 8,63% do rebanho bovino do estado, 5,16% do rebanho de vacas leiteiras, 4,53% do leite produzido, 3,64% dos suínos e menos de 1% do plantel de aves. A agricultura também tem uma representatividade, especialmente com a produção de algodão, arroz irrigado e de sequeiro, banana, cana-de-açúcar, feijão, guariroba, mandioca, milho e soja. Um dos fatores que têm impulsionado a agricultura da região é o advento da irrigação, que tem hoje grande representatividade, notadamente nos municípios de Jussara, Britânia e Santa Fé de Goiás (Goiás, 2011).

Ao longo dos anos, a BHRV vem sendo impactada pelo uso e pela ocupação de APP por pastagem, de forma crescente e permanente. O resultado é um passivo ambiental ainda não dimensionado, embora seus efeitos danosos, como a devastação do Cerrado goiano via desmatamento ilegal e a escassez e o secamento hídrico de rios e lagos, sejam sentidos (Ferreira *et al.*, 2014; Vieira, 2013).

Cabe salientar que os termos “uso” e “ocupação” têm significados distintos. “Uso” se refere à utilidade, serventia, função, funcionalidade, enquanto “ocupação” deve ser entendida como apropriação, tomada, posse, conquista e apoderamento.

A precarização da fiscalização e do monitoramento das APPs tem facilitado que elas sejam usadas e ocupadas por pastagem, em afronta ao determinado pelo Código Florestal Brasileiro, que as define como áreas protegidas por lei e que cumprem uma função protetiva do ecossistema (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013).

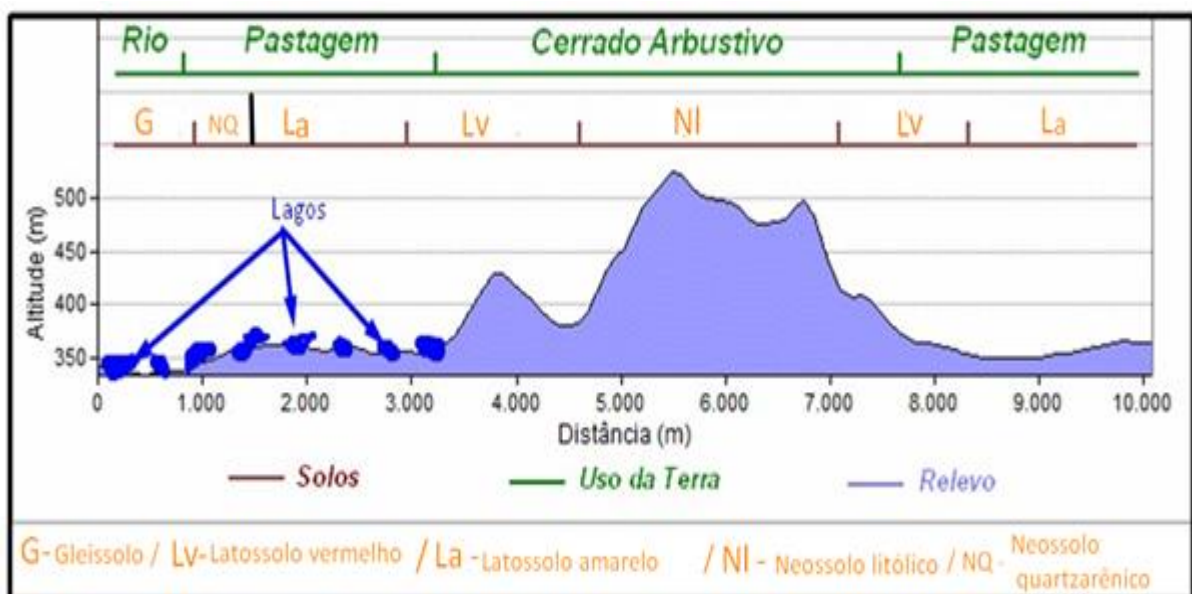
As formações de cobertura e uso da terra na BHRV estabeleceram-se em diferentes classes de solo identificadas, segundo Del’Arco *et al.* (1999) na escala de 1:250.000: cambissolo (31,61%), latossolo vermelho-amarelo (30,01%), neossolo litólico (12,58%), argissolo vermelho-amarelo (9,18%), latossolo vermelho (8,28%), gleissolo (4,27%), neossolo quartzarênico (1,69%), argissolo vermelho-escuro (0,92%), latossolo roxo (0,91%) e plintossolo (0,54%). Essa diversidade de classes de solos está diretamente relacionada à variabilidade existente nas formações geológicas, como o Maciço de Goiás (granito-gnaisses e *greenstone belts*). Os gnaisses, paleoproterozóicos, e granitos, neoproterozóicos,

concentram-se na porção oeste da Bacia, além da cobertura detrítico-laterítica que acompanha os principais rios (Uva, Itapirapuã e Vermelho). Na região norte, onde há formação de uma extensa planície, ocorre uma cobertura de sedimentos arenosos de composição quartzosa, conhecida como Formação Araguaia (Vieira, 2013).

O relevo expressa uma variação hipsométrica (representação em cores do relevo do alto para baixo) de aproximadamente 819 metros. Especificamente, os latossolos vermelho-amarelo predominam nas áreas planas (cotas em torno de 234 metros na baixa Bacia), enquanto em áreas com relevo movimentado (com cotas de até 1053 metros na alta Bacia em regiões próximas à Serra Dourada, Goiás) são encontrados principalmente os neossolos litólicos e cambissolos (tipos de solos rasos, afloramentos rochosos e relevo acidentados). Na porção da baixa Bacia, em cotas de aproximadamente 350 metros, a topografia plana, com latossolo, desenvolve um importante sistema lacustre com lagos de área média de aproximadamente dois hectares (Vieira, 2013).

Fica evidente a inter-relação entre solo, relevo, uso e ocupação, e a atividade econômica desenvolvida nas áreas baixas, que concentram a totalidade dos lagos, enquanto nas áreas média e alta, há somente os sistemas fluviais (rios, córregos, olhos d'água, nascentes), como se observa na figura 3.

Figura 3 – Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos e morfometria do relevo



Fonte: A autora (adaptada de Santos, 2014, p. 47)

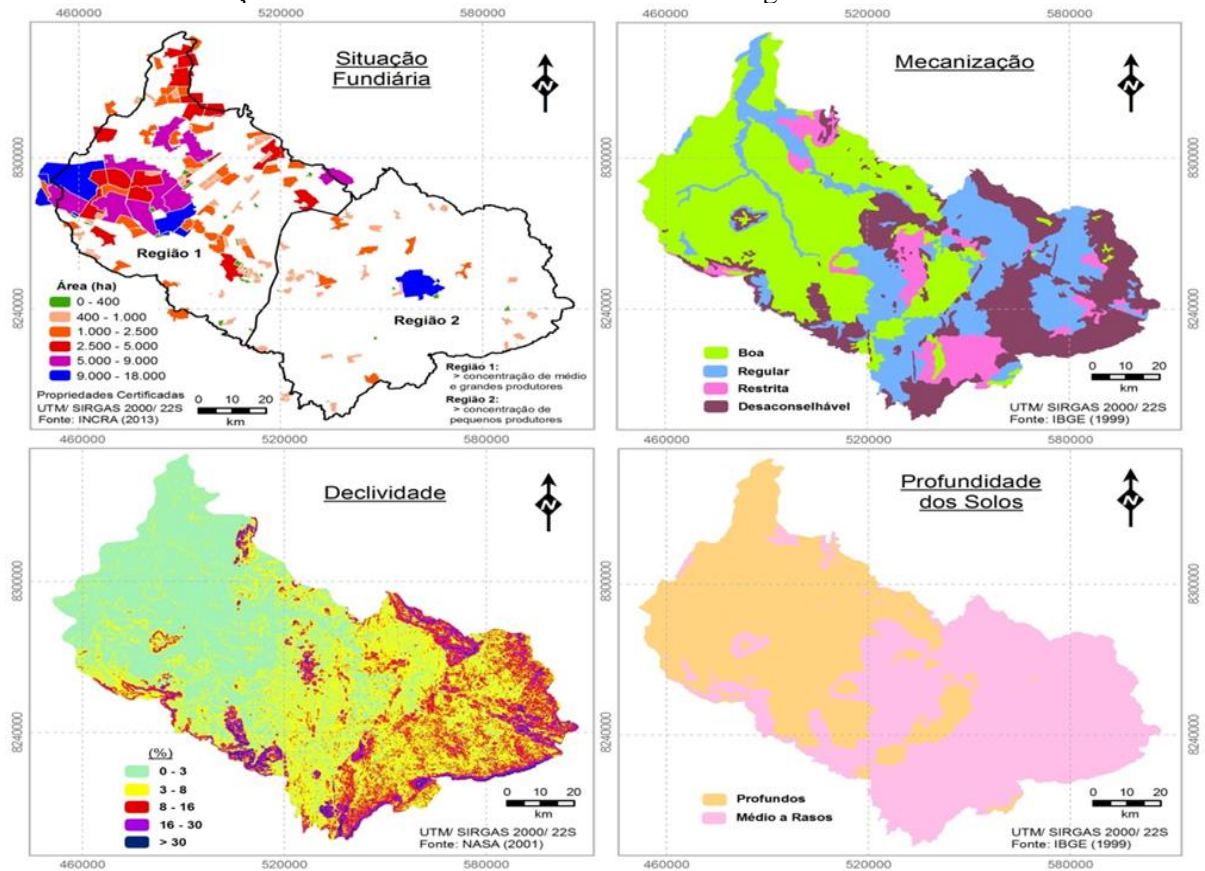
3.2 Uso e cobertura do solo na BHRV

Na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, fatores como o tamanho das propriedades rurais, a mecanização, a declividade do relevo e a profundidade dos solos são determinantes no uso e na ocupação da BHRV.

Na porção norte, que corresponde às médias e baixas bacias, observa-se uma ocupação antrópica mais intensa, com mecanização, grandes propriedades, solos profundos e planos, pecuária de corte e intensa degradação ambiental, resultando em escassez hídrica.

Diferentemente do que ocorre na porção sul, onde há solos rasos, relevo acidentado, pobreza social, baixo preço de terras, pecuária de cria e leiteira, e maior presença de Cerrado com remanescentes de vegetação nativa, embora já degradado pela ocupação da pecuária que avança de forma crescente sobre as áreas legalmente protegidas, como as APPs, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4 – Organização espacial dos produtores rurais, escalonados pelo tamanho das propriedades, em função das características físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho

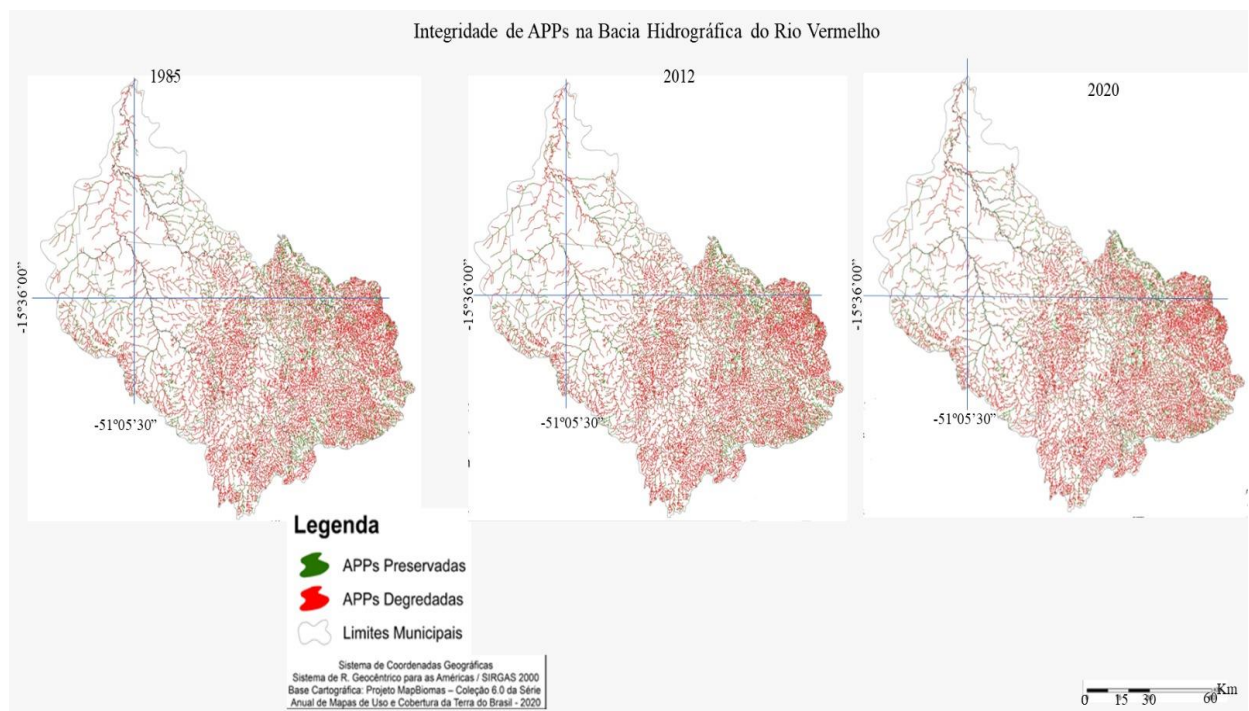


Fonte: Santos (2014, p. 61)

Destaca-se, na inter-relação entre solo, relevo, uso e ocupação e a atividade econômica desenvolvida, que as áreas baixas e médias concentram a totalidade dos lagos, solos mais profundos, mecanização, pecuária de recria e engorda de gado, e grandes propriedades. Nas áreas alta encontram-se somente os sistemas fluviais (rios, córregos, olhos d'água, nascentes), relevo acidentado, solos rasos, pequenas propriedades, agricultura familiar e Projetos de Assentamentos (PAs) da Reforma Agrária — o município de Goiás possui 25 PAs —, com pouca ou nenhuma mecanização, orientados à pecuária leiteira (Vieira, 2013).

Embora as regiões de baixa, média e alta Bacia sejam tão diferentes, são iguais na degradação de APPs, como pode-se verificar na figura 5.

Figura 5 – Mapa de integralidade das APPs



Fonte: A autora (2022)

Na BHRV, as principais espécies de pastagens cultivadas são: *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola* e *Andropogon gayanus*. Além das espécies exóticas, também são encontradas as pastagens naturais, representadas por um conjunto variado de espécies emergentes, principalmente na porção alta da bacia (Vieira, 2013).

A ocorrência das pastagens cultivadas e naturais na BHRV apresenta um modelo de distribuição associado às características edafoclimáticas locais, principalmente no que diz respeito às condições de solo (profundidade/pedregosidade) e disponibilidade hídrica local, seja permanente ou intermitente. Esses dois fatores explicam boa parte da distribuição das

espécies de pastagem que ocorrem na BHRV. Entretanto, é importante salientar que existem algumas exceções, representadas por uma minoria que não está condicionada a tais fatores ou que foram implantadas sem observar a aptidão agrícola local (Vieira, 2013).

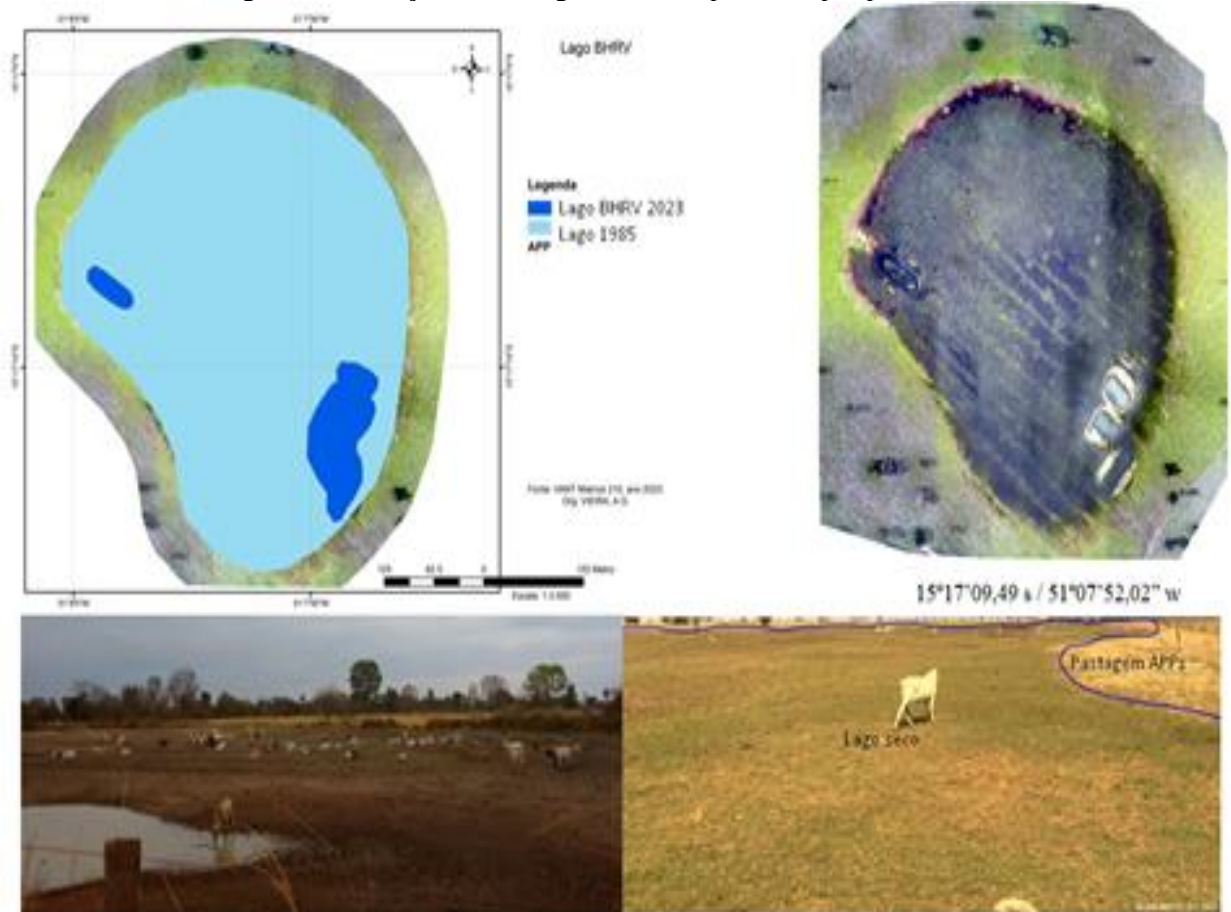
A *Brachiaria brizantha*, conhecida regionalmente como “brachiarão”, é a espécie africana que ocorre com maior abundância na Bacia. Estima-se que, das espécies exóticas implantadas, essa representa 80% do total de pastagens da Bacia. Essa espécie é bem adaptada a terreno seco, porém, exige solos com boas características físicas e encontram dificuldades para se estabelecer em solos com pedregosidade aparente (Vieira, 2013).

A *Brachiaria humidicola*, conhecida como “capim-quicuia”, é comumente encontrada em solos relativamente úmidos, com constância de disponibilidade hídrica local, isto é, em áreas próximas a rios, córregos, lagos e regiões de baixios (lençol freático é mais raso). A maior concentração dessa espécie se localiza nos municípios de Aruanã e Britânia, nas proximidades da foz do Rio Vermelho, às margens da rodovia GO-173, onde há um soerguimento substancial do lençol freático local (Vieira, 2013).

Essa situação propicia condições favoráveis e essenciais à implantação e desenvolvimento dessa espécie. Mesmo no período seco, já que existe constância de disponibilidade hídrica, em função de fatores edáficos, essa espécie apresenta um bom percentual de biomassa verde (ativa) nessa estação sazonal, ocupando as APPs de rios e lagos que servem de alimento para o gado que tem livre acesso (Vieira, 2013).

A Figura 6 ilustra a situação de um lago situado no município de Itapirapuã, mostrando o tamanho do lago em 1985 e a sua drástica diminuição em 2023, coincidindo com o uso e a ocupação de suas APPs por pastagem e a presença de cacimbas e de gado dentro da área do lago.

Figura 6 – Situação de um lago no município de Itapirapuã, Goiás

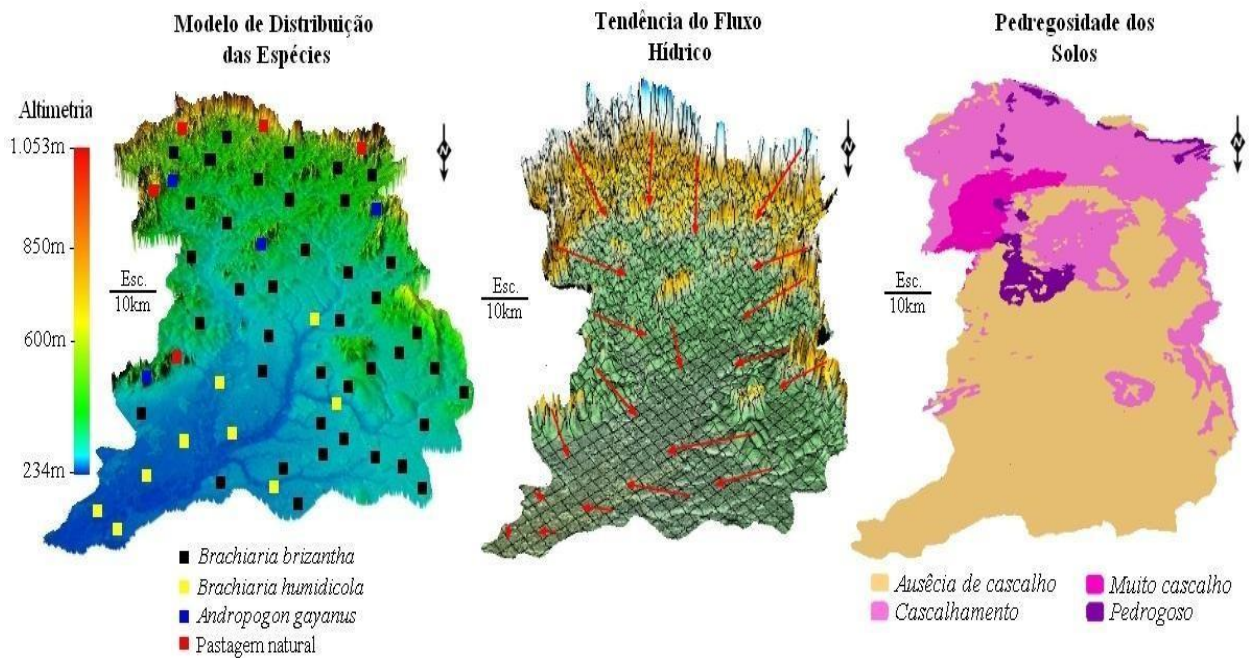


Fonte: A autora (2023)

O *Andropogon gayanus*, conhecido como “capim-andropogon”, geralmente está presente em relevo mais acidentado ou em condições de solos pedregosos, localizados principalmente nos municípios de Goiás, Faina e Buriti de Goiás. Das espécies exóticas citadas, essa é encontrada em menor proporção, com ocorrência registrada em pouquíssimas áreas, algumas ainda de forma experimental (Santos, 2014).

Na pesquisa de Santos (2014) é demonstrada essa correlação entre dinâmica hídrica de superfície, solo e distribuição de espécies de pasto apresentada na Figura 7.

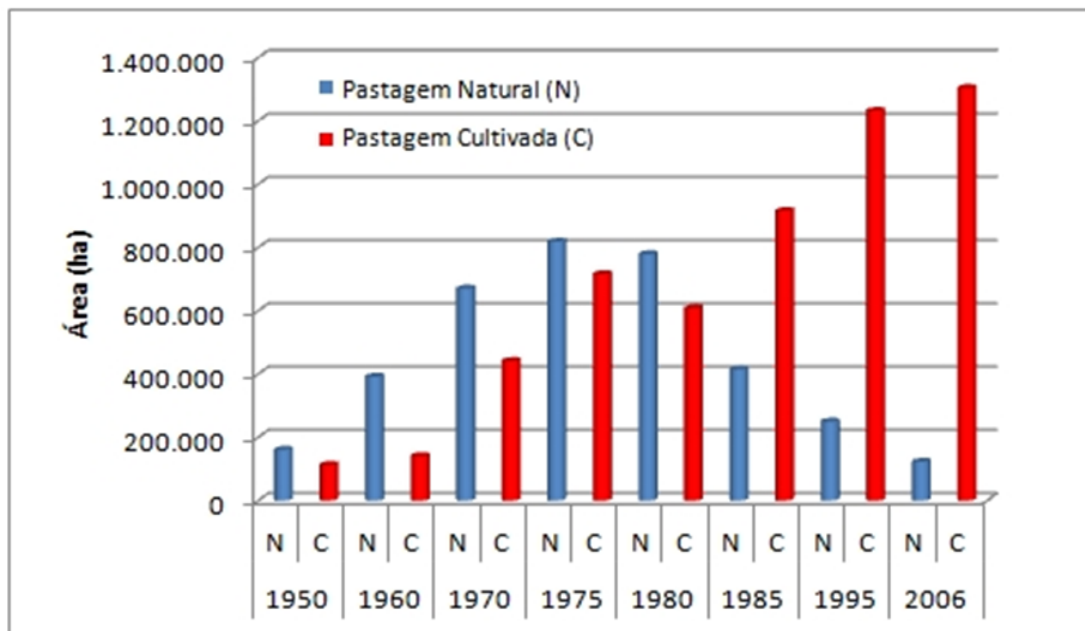
Figura 7 - Correlação entre dinâmica hídrica de superfície, solo e distribuição de espécies de pasto



Fonte: Santos (2014, p. 82)

A Figura 8 mostra a crescente ocupação das pastagens cultivadas e naturais no período de 1950 a 2006.

Figura 8 – Ocupação das pastagens cultivada e naturais na BHRV (1950-2006)

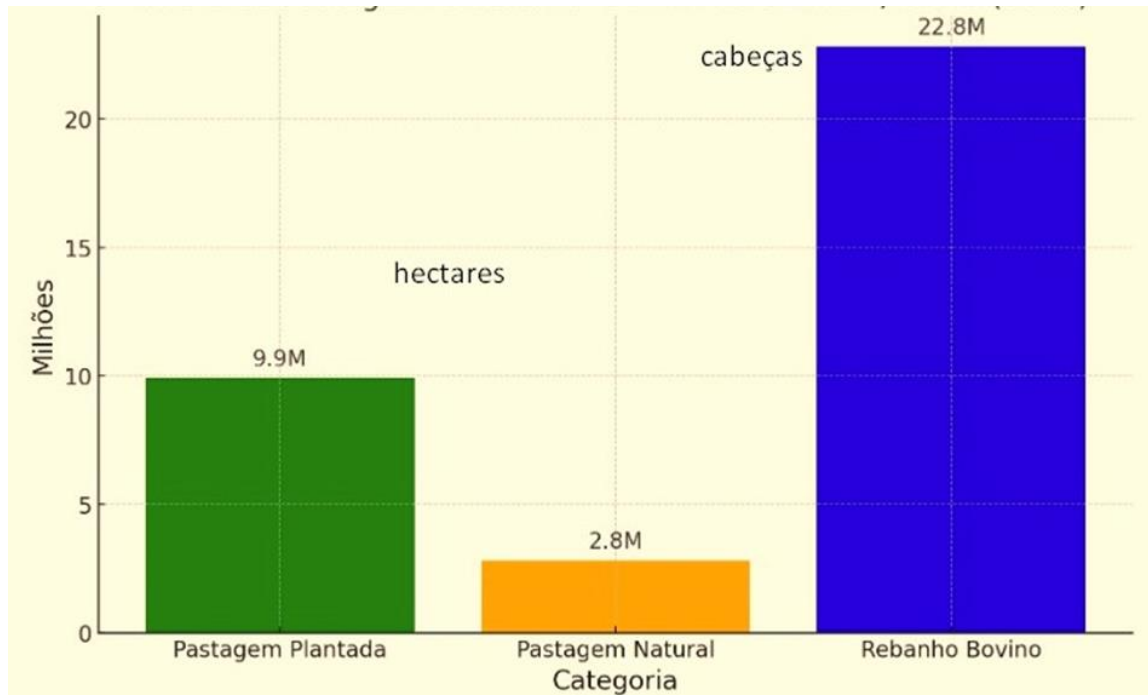


Fonte: Santos (2014, p. 78)

As informações referentes à ocupação de áreas na BHRV surpreendem ainda mais quando se observam os dados do Censo Agropecuário de 2017, que mostram que a pastagem

plantada, de 9,9 milhões de hectares, superou a pastagem natural, de 2,8 milhões — números suplantados pela quantidade de cabeças de gado, que totalizou 22,8 milhões (IBGE, 2017).

Figura 9 – Áreas de pastagem e rebanho bovino no Cerrado goiano em 2017



Fonte: Autora (2023)

3.2 Bases de dados

As análises desta tese foram fundamentadas com dados e informações obtidas nas seguintes fontes de pesquisa:

- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), obtido no portal de dados da Agência Nacional de Águas (ANA).
- Rede de drenagem do estado de Goiás, na escala 1:100.000, obtida no Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (Sieg).
- Mapas de uso do solo do projeto MapBiomas, que emprega os mosaicos de imagens Landsat 5 e 8, em geral referentes ao mês de julho de cada ano.
- Cadastro Ambiental Rural das propriedades analisadas, obtido na plataforma Sistema de Informações do Cadastro Ambiental Rural.
- Imagens fotográficas obtidas em campanhas de campo.
- Campanhas de campo realizadas entre 2019 e 2023.

- Imagens aéreas capturadas por VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), modelo RPAS eBee Plus RTK eBee em 2019 e 2022.
- Referencial bibliográfico.

Cabe mencionar que não foram obtidas respostas às solicitações de informação feitas à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), à Delegacia Estadual do Meio Ambiente e ao Consórcio de Fiscalização, Monitoramento e Regularização Ambiental (Conced) sobre a BHRV.

3.3 Procedimentos de análise

Foi desenvolvida uma análise da integridade das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, associada à classe de uso “pastagem” para o período de 1985 a 2023. Para tanto, utilizou-se a rede de drenagem oficial do estado de Goiás, na escala 1:100.000, recortada para o limite da BHRV e submetida à criação de zona tampão ou *buffer* de 30 metros para todos os cursos d’água (considerando que a maioria dos rios possui até 10 metros de largura) e 50 metros no entorno de lagos e lagoas naturais (com exceção de lagos com superfície de até 20 hectares ou maior, quando o Código Florestal determina 100 metros de faixa de APPs).

Os polígonos de lagos foram feitos manualmente para pontos de coordenadas geográficas analisados e coletados em campanhas de campo realizadas entre 2019 e 2023. Foi necessário separar rios e lagos para uma análise mais acurada das APPs, enquanto as classes de uso agrícola foram agrupadas.

Quanto ao detalhamento do modelo exemplificativo, utilizamos um VANT modelo RPAS eBee Plus RTK em trabalho de campo realizado em propriedades rurais selecionadas nos municípios de Itapirapuã, Goiás e Britânia, com dados conjugados do MapBiomas coleção 4 a 6 (1985 a 2023).

Na sequência, com o uso de imagens do satélite Landsat 5 e 8, foi realizada uma caracterização do uso do solo nos períodos correlatos, com recortes de 30 metros para APPs de rios e 50 metros para APPs de lagos, respaldados nas informações coletadas *in loco*, com a finalidade de identificar as áreas de APPs (rios e lagos) convertidas ou ocupadas por pastagem durante os respectivos períodos.

A partir do cálculo de geometria de rios e lagos, processamento de imagens, cruzamento com mapas de uso e cobertura do solo, e campanhas de campo, foi possível

definir as APPs íntegras e as APPS ocupadas por pastagem, agricultura e demais áreas antropizadas.

Os dados de campo coletados no período de 2019 a 2023 com a utilização do VANT, dados satelitais, GPS e câmeras fotográficas foram fundamentais para detectar a situação real e atual das APPs, possibilitando análise comparativa com os dados do MapBiomas plurianuais, bem como a checagem dos dados contidos no CAR de cada propriedade selecionada e, finalmente, a obtenção de vasto acervo fotográfico que mostra a degradação das APPs usadas e ocupadas por pastagem na BHRV.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se e discutem-se os resultados da pesquisa em quatro blocos textuais. O item 4.1 aborda sinteticamente o programa Pasto Legal, elaborado com objetivo de criar uma ferramenta de política pública para sustentabilidade ambiental na pecuária, capaz de promover práticas sustentáveis e reduzir os impactos ambientais dessa atividade. Esse tema é exposto detalhadamente no artigo primeiro, intitulado “Pasto Legal: Análise do uso de Áreas de Preservação Permanente para pastagem e suas implicações ambientais e jurídicas na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho”, que corresponde ao item 4.2.

O item 4.3 destaca o segundo artigo: “O avanço da pastagem sobre as Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho – estado de Goiás”, publicado na revista Sociedade e Território em 2023 (v. 5, n. 2, p. 222-245).

“Impacto do uso ilegal das Áreas de Preservação Permanente por pastagens no secamento lacustre e escassez hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás” é o título do terceiro artigo, item 4.4.

4.1 Pasto Legal: Uma ferramenta de política pública para sustentabilidade ambiental na pecuária

A sustentabilidade ambiental tornou-se tema central nas políticas públicas globais, especialmente no contexto da pecuária, uma das atividades econômicas que mais impactam o meio ambiente. Embora vital para a economia de muitos países, a pecuária está associada a vários desafios ambientais, como desmatamento, emissão de gases de efeito estufa, degradação do solo e poluição dos recursos hídricos. Essas questões exigem intervenções eficazes para mitigar os efeitos negativos e promover um desenvolvimento sustentável.

Diante desse cenário, o programa Pasto Legal surge como uma inovadora ferramenta de política pública, com o objetivo de promover práticas sustentáveis na pecuária e reduzir os impactos ambientais dessa atividade essencial.

O programa Pasto Legal foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Cumprir a legislação ambiental: não fazer uso ou ocupação de Áreas de Preservação Permanente e outras áreas protegidas pela lei com pastagem.

- Promover práticas sustentáveis: incentivar técnicas de manejo de pastagens que aumentem a produtividade e preservem os recursos naturais.

- Reduzir emissões de gases de efeito estufa: implementar métodos que minimizem a pegada de carbono da pecuária.

- Conservar recursos hídricos: proteger nascentes e cursos d'água das contaminações provenientes das atividades pecuárias.

- Fomentar a educação ambiental: capacitar pecuaristas sobre a importância da sustentabilidade e as melhores práticas de manejo.

Para alcançar seus objetivos, o programa utiliza diversas estratégias:

- Assistência técnica e extensão rural (Ater): profissionais especializados oferecem suporte técnico contínuo aos pecuaristas, auxiliando na implementação de práticas sustentáveis.

- Certificação e incentivos: introdução de sistemas de certificação para produtores que adotam práticas sustentáveis, além de incentivos fiscais e financeiros.

- Monitoramento e avaliação: uso de tecnologias de monitoramento para acompanhar a saúde das pastagens e o cumprimento da legislação e das práticas sustentáveis.

- Parcerias e colaborações: colaboração com universidades, organizações não governamentais (ONGs) e organizações internacionais para troca de conhecimento e recursos.

A implementação eficaz do Pasto Legal pode resultar em vários benefícios, como o cumprimento da legislação ambiental, a legalidade da pastagem, a preservação das APP e outras áreas prioritárias e protegidas por lei, e aumento da produtividade, considerando que pastagens bem manejadas tendem a ser mais produtivas, beneficiando economicamente os pecuaristas.

O programa também pode contribuir para a conservação ambiental, com a redução do desmatamento e degradação do solo, além de promover a preservação da biodiversidade; a melhoria da qualidade da água a partir da diminuição da poluição dos recursos hídricos e a consequente promoção da saúde dos ecossistemas aquáticos; a redução das emissões de carbono com adoção de práticas que capturam carbono no solo e reduzem a emissão de gases de efeito estufa; a sustentabilidade ambiental na perspectiva de compatibilidade entre atividades pecuárias e preservação e proteção ambiental.

Embora o Pasto Legal apresente um potencial significativo, a sua implementação enfrenta desafios, como a resistência à mudança: pecuaristas podem ser relutantes em adotar novas práticas por conta de tradições e falta de conhecimento; recursos limitados: há necessidade de financiamento contínuo para assistência técnica e incentivos; monitoramento contínuo: garantir a eficácia das práticas sustentáveis requer um sistema robusto de monitoramento e avaliação.

Por outro lado, o programa oferece oportunidades, como inovação tecnológica: desenvolvimento de novas tecnologias para manejo sustentável; a valorização do produto: produtos oriundos de práticas sustentáveis podem alcançar preços mais altos no mercado; e o reconhecimento internacional: programas bem-sucedidos podem servir de modelo para outras regiões e receber apoio de organismos internacionais.

O Pasto Legal representa uma abordagem inovadora e necessária para promover a sustentabilidade ambiental na pecuária. Ao integrar práticas sustentáveis e fornecer suporte contínuo aos pecuaristas, o programa tem o potencial de transformar a pecuária em uma atividade mais ecológica e economicamente viável. Com desafios significativos pela frente, o sucesso do Pasto Legal dependerá da colaboração entre governos, produtores, pesquisadores e sociedade civil, caminhando juntos em direção a um futuro mais sustentável.

4.2 Artigo 1

O AVANÇO DA PASTAGEM SOBRE AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO - ESTADO DE GOIÁS

Arlete Gomes do Nascimento Vieira

Manuel Eduardo Ferreira

Resumo

Áreas de Preservação Permanente (APPs) na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV) foram usadas ou ocupadas ilegalmente para formação de pastagem em descumprimento ao Código Florestal Brasileiro, o que causou prejuízos ao ecossistema e aos recursos hídricos com a escassez e o secamento dos rios. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o percentual de uso e ocupação ilegais das APPs por pastagem na BHRV. Para tanto, utilizaram-se dados e informações obtidos em campanhas de campo, imagens de veículo aéreo não tripulado, dados da coleção MapBiomas coleção 6 (1985- 2020), imagens de satélite Landsat e informações do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Isso possibilitou a quantificação das APPs preservadas e degradadas por pastagem no período de 1985 a 2020, perfazendo aproximadamente 50% de APPs usadas e ocupadas por pastagem.

Palavras-chave: Código Florestal Brasileiro. Pastagem. Áreas protegidas. Áreas de Preservação Permanente. Bioma Cerrado.

THE ADVANCE OF PASTURE ON THE AREAS OF PERMANENT PRESERVATION IN THE RIO VERMELHO WATERSHED - STATE OF GOIÁS

Abstract

Permanent Preservation Areas (APPs) in the Rio Vermelho Hydrographic Basin (BHRV) were used or occupied illegally to form pastures in violation of the Brazilian Forest Code, which caused damage to the ecosystem and water resources with the scarcity and drying up of rivers. The objective of this research was to evaluate the percentage of illegal use and occupation of APPs for pasture in BHRV. To this end, data and information obtained from field campaigns, images from unmanned aerial vehicles, data from the MapBiomas collection 6 (1985-2020), Landsat satellite images and information from the National Rural Environmental Registry System were used. This made it possible to quantify the APPs preserved and degraded by pasture in the period from 1985 to 2020, making up approximately 50% of APPs used and occupied by pasture.

Keywords: Brazilian Forest Code. Pasture. Protected Areas. Permanent Preservation Areas. Cerrado Biome.

EL AVANCE DE LOS PASTIZALES EN LAS ÁREAS DE PRESERVACIÓN PERMANENTE EN LA CUENCA DEL RÍO VERMELHO - ESTADO DE GOIÁS

Resumen

Las Áreas de Preservación Permanente (APP) en la Cuenca Hidrográfica del Río Vermelho (BHRV) fueron utilizadas u ocupadas ilegalmente para formar pastos en violación del Código Forestal Brasileño, lo que causó daños al ecosistema y a los recursos hídricos con la escasez y sequía de los ríos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el porcentaje de uso y ocupación ilegal de APP para pasto en BHRV. Para ello se utilizaron datos e información obtenida de campañas de campo, imágenes de vehículos aéreos no tripulados, datos de la colección MapBiomias 6 (1985-2020), imágenes satelitales Landsat e información del Sistema Nacional de Registro Ambiental Rural. Esto permitió cuantificar las APP conservadas y degradadas por los pastos en el período de 1985 a 2020, representando aproximadamente el 50% de las APP utilizadas y ocupadas por los pastos.

Palabras clave: Código Forestal Brasileño. Pastos. Áreas protegidas. Áreas de Preservación Permanente. Bioma del Cerrado.

Introdução

O consumismo de bens e serviços é crescente, enquanto os recursos naturais diminuem de forma previsivelmente vertiginosa, colocando em risco iminente a sobrevivência da vida e dos ecossistemas naturais do planeta (De Groot, 1987). O uso irracional e degradante dos recursos naturais e de suas funções essenciais à preservação dos ecossistemas levará a problemas que reduzirão substancialmente os benefícios fornecidos às gerações presentes e futuras (Diaz *et al.*, 2005; Lambin *et al.*, 2013).

O Brasil é um grande exportador de produtos primários que são recursos cultivados ou extraídos da natureza, a exemplo da soja, do milho, do feijão e da cana-de açúcar, que são importantes *commodities* que contribuem com a situação favorável da balança comercial brasileira, pois são matérias-primas para a produção industrial, de transformação ou consumidas mundialmente, com alto valor agregado e mercado crescente (Ferreira *et al.*, 2014). Os *superávits* comerciais atingidos pelo Brasil ocorrem porque se exporta mais do que se importa, além de o país se beneficiar por ter uma vastidão de terras para cultivo e criação, bem como a alardeada riqueza de seus recursos naturais (Euclides Filho, 2008).

A temática da preservação e proteção do meio ambiente é uma preocupação global. O desenvolvimento e o crescimento econômico estão fundamentados no aproveitamento e uso

dos recursos naturais como matérias-primas para a produção de bens e serviços que fomentam a demanda crescente da sociedade consumista (Lambin *et al.*, 2013).

A partir da década de 1970 houve aumento do consumo de recursos naturais e, conseqüentemente, a diminuição drástica da diversidade biológica (Leff, 2001). A água é o recurso natural que mais fortemente sofre o impacto da alta demanda pelo consumo e produção de bens e serviços e, conseqüentemente, é gerado um importante estresse hídrico pelo sistema produtivo, visto que consome muita água em sua produção, fomentando a diminuição de água potável, a poluição das águas e o desequilíbrio dos ecossistemas naturais (De Groot, 1987).

A Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV) está inserida na Região Hidrográfica do Tocantins Araguaia, na Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, na porção centro-oeste do estado de Goiás, com as seguintes coordenadas geográficas: no extremo oeste com latitude sul - 15°36'00"S e longitude oeste -51°25'00"W e extremo leste latitude sul -15°36'00"S e longitude oeste -50°04'00"W. A BHRV ocupa uma área de drenagem de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, o que representa 3,23% da área total do estado, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil, Buriti de Goiás e todo o território do município de Itapirapuã.

A BHRV é delimitada ao norte e a nordeste pela Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe; a sudeste pela Serra Dourada e pela Bacia do Rio dos Bois; a sudoeste pela Serra da Bocaina e pela Bacia do Rio Claro, desaguardo no Rio Araguaia no município de Aruanã.

O Rio Vermelho nasce no município de Goiás, na Serra Dourada, e tem a direção noroeste com a predominante em seu curso. É o principal afluente do Rio Araguaia pela margem direita, com sua foz na cidade de Aruanã, Goiás. Os principais afluentes do Rio Vermelho são, pela margem esquerda, Rio Uvá e Rio Água Limpa e, pela margem direita, o Rio Ferreira.

A atividade econômica predominante na Bacia é a pecuária (Mueller; Martha Júnior, 2008), com 8,63% do rebanho bovino do estado, 5,16% do rebanho de vacas leiteiras, 4,53% do leite produzido, 3,64% dos suínos e menos de 1% do plantel de aves, tendo também a agricultura uma grande representação, especialmente com a produção de algodão, arroz irrigado e de sequeiro, banana, cana-de-açúcar, feijão, guariroba, mandioca, milho e soja. Um dos fatores que têm impulsionado a agricultura da região é o advento da irrigação, que tem hoje grande representatividade, notadamente nos municípios de Jussara, Britânia e Santa Fé de Goiás (Goiás, 2011).

Ao longo dos anos, a BHRV vem sendo impactada pelo uso e ocupação das Áreas de Preservação Permanente por pastagem de forma crescente e permanente. O resultado é um passivo ambiental ainda não dimensionado, embora seus efeitos danosos, a exemplo da devastação do cerrado goiano via desmatamento ilegal, escassez e secamento hídrico de rios e lagos sejam sentidos (Ferreira *et al.*, 2014; Vieira, 2013).

Cabe salientar que os termos uso e ocupação têm significados distintos. Uso se refere a utilidade, serventia, função, funcionalidade, enquanto ocupação deve ser entendida como apropriação, tomada, posse, conquista e apoderamento. O uso e a ocupação de APPs por pastagem que fornece alimento para a atividade pecuária têm ocorrido em total descumprimento ao Código Florestal Brasileiro — Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012) —, que determina que essas áreas são protegidas por lei e devem cumprir a função de proteção e preservação do ecossistema no qual estão inseridas.

A precarização da fiscalização e do monitoramento das APPs tem facilitado que elas sejam usadas e ocupadas por pastagem em afronta ao Código Florestal. O Cadastro Ambiental Rural (CAR), trazido pelo Código para quantificar e recuperar o passivo ambiental pelo Programa de Regularização Ambiental (PRA) também necessita de ações efetivas de fiscalização e monitoramento no combate ao uso e à ocupação ilegais das APPs por pastagem, que têm como consequência direta a degradação dos recursos hídricos com a escassez e o secamento dos rios dentro da BHRV.

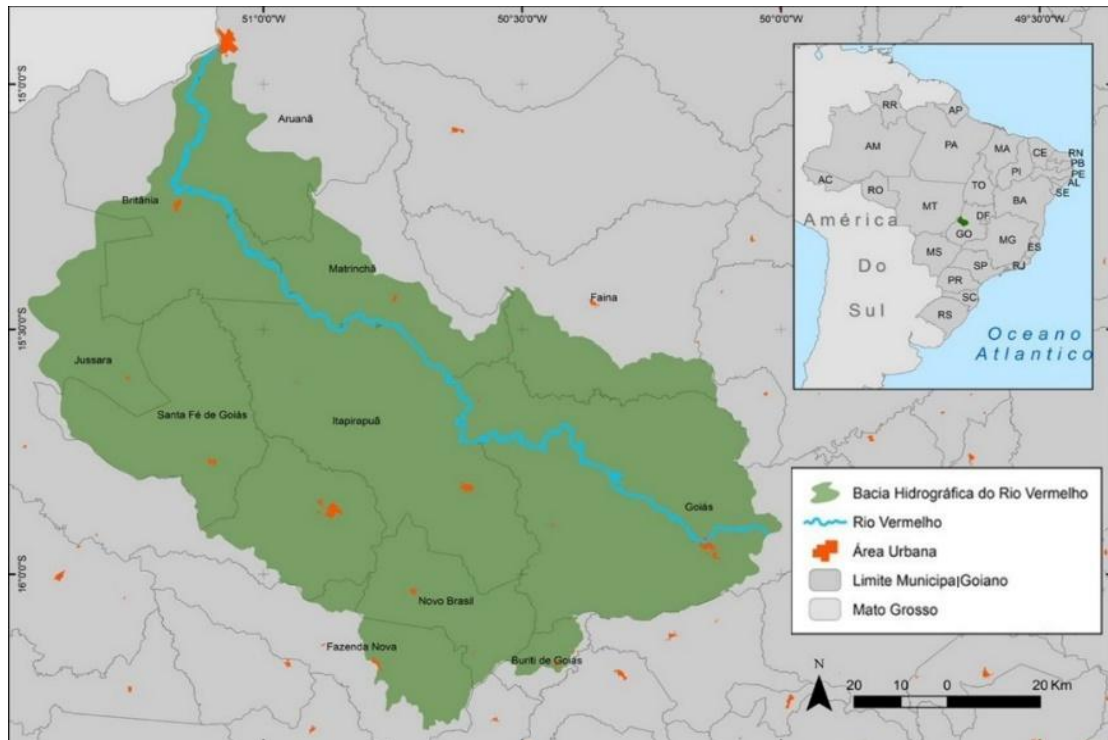
Área de estudo, materiais e métodos

O estudo se concentrou na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), inserida na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, na Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia, na porção Centro-Oeste do estado de Goiás, com as seguintes coordenadas geográficas: no extremo oeste com latitude sul - 15°36'00" S e longitude oeste -51°25'00" W e extremo leste latitude sul -15°36'00" S e longitude oeste -50°04'00" W. A BHRV ocupa uma área de drenagem de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, o que representa 3,23% da área total do estado, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil e Buriti de Goiás e a totalidade do território do município de Itapirapuã.

A BHRV é delimitada ao norte e a nordeste pela Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, a sudeste pela Serra Dourada e pela Bacia do Rio dos Bois, a sudoeste pela Serra da Bocaina e

pela Bacia do Rio Claro, desaguando no Rio Araguaia no município de Aruanã, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da BHRV



Fonte: Arlete Vieira (2022)

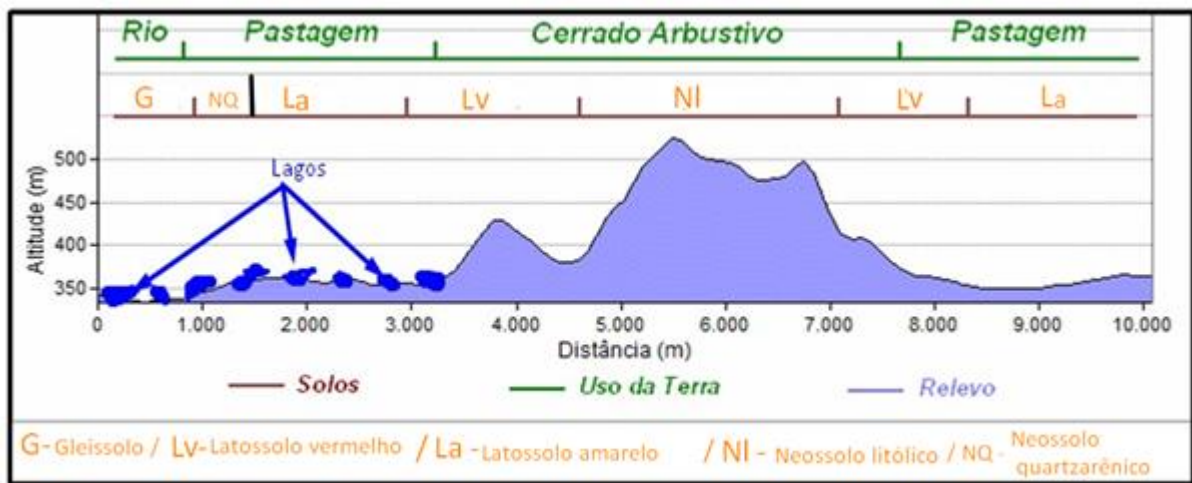
As formações de cobertura e uso da terra na BHRV se estabeleceram em diferentes classes de solo identificadas a partir do *Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia - Trecho Barra do Garças (MT) - Luiz Alves (GO)* realizado por Del'Arco *et al.* (1999) na escala de 1:250.000: cambissolo (31,61%), latossolo vermelho-amarelo (30,01%), neossolo litólico (12,58%), argissolo vermelho-amarelo (9,18%), latossolo vermelho (8,28%), gleissolo (4,27%), nesossolo quartizarênico (1,69%), argissolo vermelho-escuro (0,92%), latossolo roxo (0,91%) e plintossolo (0,54%) (Vieira, 2013).

Essa diversidade de classes de solos está diretamente relacionada à variabilidade existente nas formações geológicas, a exemplo do Maciço de Goiás (granito-gnaisses e *greenstone belts*). Os gnaisses, paleoproterozoicos, e granitos, neoproterozoicos, concentram-se na porção oeste da Bacia, além da cobertura detrítico-laterítica que acompanha os principais rios (Uva, Itapirapuã e Vermelho). Na região norte, onde há formação de uma extensa planície, ocorre uma cobertura de sedimentos arenosos de composição quartzosa, conhecida como Formação Araguaia (Vieira, 2013).

Sobre os relevos planos e solos do tipo latossolo prepondera o avanço da pastagem e sistema lacustre desenvolvido com a formação de diversos lagos com suas APPs também usadas e ocupadas por pastagem. Em regiões onde a topografia é mais acidentada predomina a vegetação nativa em detrimento das outras ocupações.

A correlação entre essas características — tipologia de solo, vegetação nativa e pastagem (mostrada na Figura 2)— pode ser um grande facilitador para o uso e a ocupação por pastagem das APPs, favorecendo a potencialidade de degradação ambiental.

Figura 2 – Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos* e morfometria do relevo



Fonte: Arlete Vieira (adaptada de Santos, 2014, p. 47)

Bases de dados

Fundamentamos nossas análises em dados e informações obtidas nas seguintes fontes de pesquisa:

- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), obtido no portal de dados da Agência Nacional de Águas (ANA).
- Rede de drenagem do estado de Goiás, na escala 1:100.000, obtida no Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (SieG).
- Mapas de uso do solo do projeto MapBiomias, coleção 6, de 1985 a 2020. O MapBiomias emprega os mosaicos de imagens Landsat 5 e 8, em geral, referentes a julho de cada ano.
- Dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar) das propriedades selecionadas
- Registros fotográficos feitos em campanhas de campo no período de 2019 a 2022.

- Campanhas de campo para produção de imagens aéreas com uso do veículo aéreo não tripulado (vant) modelo RPAS EBee Plus RTK e receptor geodésico de dupla frequência modelo Matrice 210 em 2019 e 2022.
- Referencial bibliográfico.

Procedimentos de análise

A pesquisa foi conduzida para quantificar o uso e a ocupação das APPs dentro da BHRV no que se refere à classe de uso “pastagem” para os anos de 1985, 2012 e 2020 com as seguintes fases executadas: coleta de dados em campo, utilização de vant RPAS EBee Plus RTK e receptor geodésico de dupla frequência modelo Matrice 210 para obtenção das imagens aéreas e dados do MapBiomass da coleção 6 (1985- 2020); imagens Landsat 5 e 8; dados do Sicar das propriedades selecionadas e utilização de software ArcGis.

Utilizamos a rede de drenagem oficial do estado de Goiás, na escala 1:100.000, feito o recorte para o limite da BHRV e submetido à criação de zona tampão ou *buffer* de 50 metros no entorno de lagos e lagoas naturais (com exceção de lagos com superfície maior que 20 hectares, quando o Código Florestal determina 100 metros de faixa de APPS). O *buffer* da drenagem considerou, portanto, 30 metros para os cursos d’água (rios) e 50 metros para áreas de lagos em toda a Bacia.

A partir do cálculo de geometria com Sistema de Informações Geográficas (SIG), definimos as áreas de APPs preservadas e as áreas a serem recuperadas (degradadas), ou seja, as áreas usadas e ocupadas em sua maior parte por pastagem e agricultura e demais áreas antropizadas.

O trabalho foi realizado com o auxílio de coordenadas de pontos obtidas em campanhas de campo realizadas em setembro de 2019, julho de 2020, novembro de 2021 e novembro 2022. Foi necessário separar rios e lagos para respeitar as determinações do Código.

A mesma metodologia foi utilizada para verificar o uso e a ocupação das APPs por pastagem nas propriedades rurais selecionadas no município de Itapirapuã e Goiás, com dados conjugados do MapBiomass coleção 6 (1985-2020). Na sequência, empregando imagens do satélite Landsat 5 e 8, realizamos classificação do uso do solo nos períodos correlatos, com recortes de 30 metros para APPs de rios e 50 metros para APPs de lagos. Respaldados nas informações coletadas *in loco* nas campanhas de campo, identificamos as APPs (rios e lagos) usadas e ocupadas por pastagem durante os períodos da investigação.

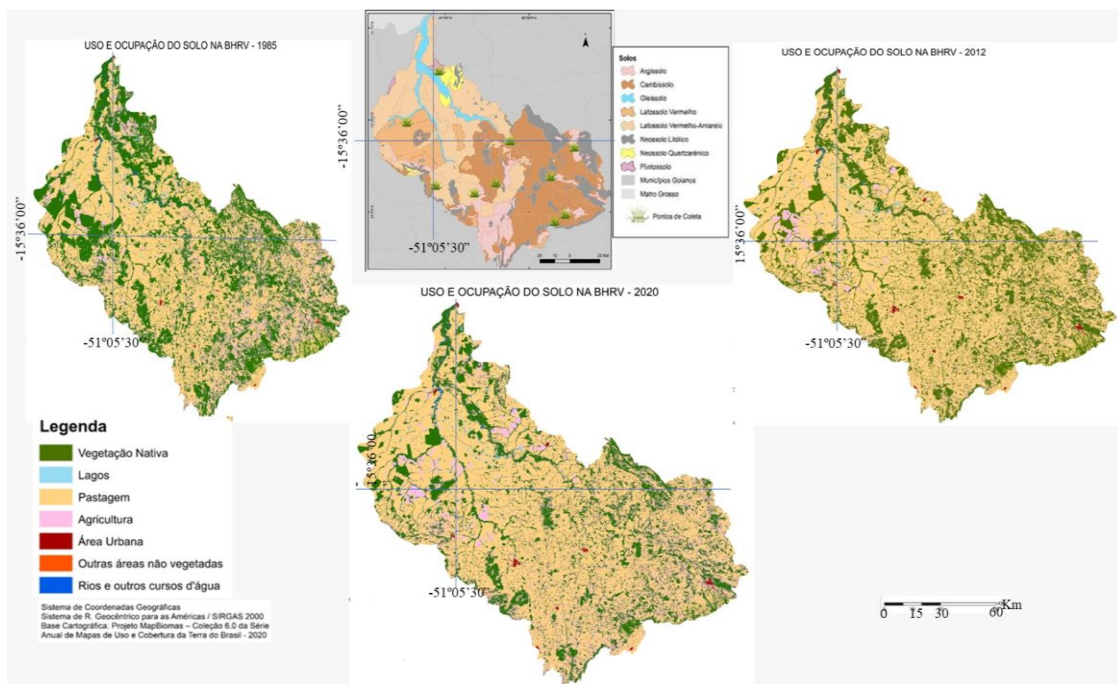
Nas propriedades avaliadas, o CAR foi conferido para indicar discrepância entre o declarado e o que existe de fato e que foi observado nas campanhas de campo. Fizemos o cruzamento do CAR dessas propriedades e das imagens aéreas obtidas com o uso do vant.

A partir dessas análises e trabalhos executados durante a pesquisa, confeccionamos mapas de uso da terra, mapas de APPs de rios e lagos com a identificação de APPs preservadas e degradadas pelo uso e ocupação ilegais por pastagem.

Maapeamento de uso e ocupação da terra

O uso e a ocupação das APPs por pastagem tiveram uma intensa relação nos três períodos analisados (1985, 2012 e 2020). Verificou-se que naquelas regiões de predominância de um tipo específico de solo, o latossolo, houve maior avanço da pastagem em comparação com as demais tipologia de solo, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Mapas de uso e ocupação do solo na BHRV nos períodos de 1985, 2012 e 2020



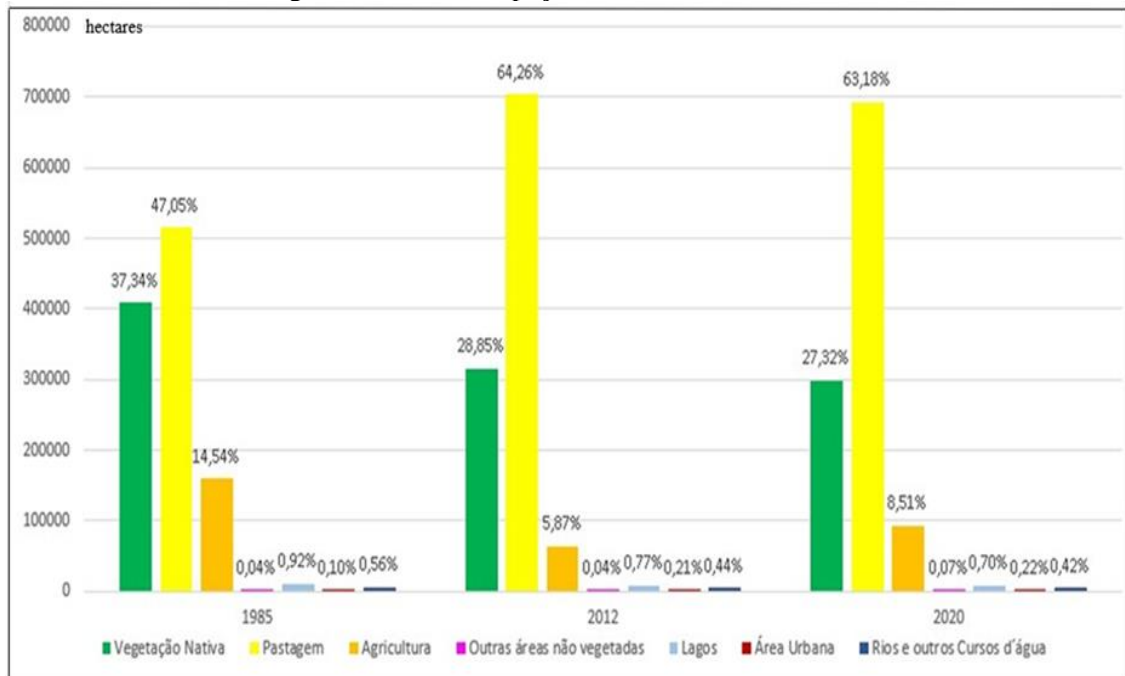
Fonte: Arlete Vieira (2022)

Muito provavelmente isso ocorreu em virtude da qualidade e da condição natural da área, facilitadoras das atividades agrárias (baixa e média Bacia com terrenos planos, solos profundos, manejo facilitado e uso de maquinários), evidenciando a interrelação entre solo, topografia plana e o avanço da pastagem sobre vegetação nativa e APPs. Situação

representativa do que ocorre nos segmentos da baixa e média Bacia, onde se pratica uma pecuária de mercado voltada para cria, recria e engorda de bovinos, segmentos mais evidentes dessa situação. Já na alta bacia, com solo mais raso, relevo acidentado, com pouca mecanização, pequenas propriedades, prática da pecuária leiteira e agricultura familiar, existem mais remanescentes de vegetação nativa, conforme verifica-se nos períodos apresentados o avanço da pastagem sobre a APPs dentro da BHRV, a diminuição dos remanescentes florestais e sua correlação com o tipo de solo.

O gráfico relativo ao de uso e à ocupação do solo na BHRV nos períodos de 1985, 2012 e 2020 (Figura 4) revela que, em 1985, a vegetação correspondia a 37,34%, a pastagem 47,05%, a agricultura 14,54%, outras áreas não vegetadas 0,04%, lagos 0,92%, área urbana 0,10% e rios e outros cursos d'água 0,56%. Em 2012, a vegetação representava 28,85%, a pastagem 64,26%, a agricultura 5,87%, outras áreas não vegetadas 0,04%, lagos 0,77%, área urbana 0,21% e rios e outros cursos d'água 0,44%. Oito anos depois, em 2020, a vegetação correspondia a 27,32%, a pastagem 63,18%, a agricultura 8,51%, outras áreas não vegetadas 0,07%, lagos 0,70%, área urbana 0,22% e rios e outros cursos d'água 0,42%.

Figura 4 – Uso e ocupação do solo na BHRV



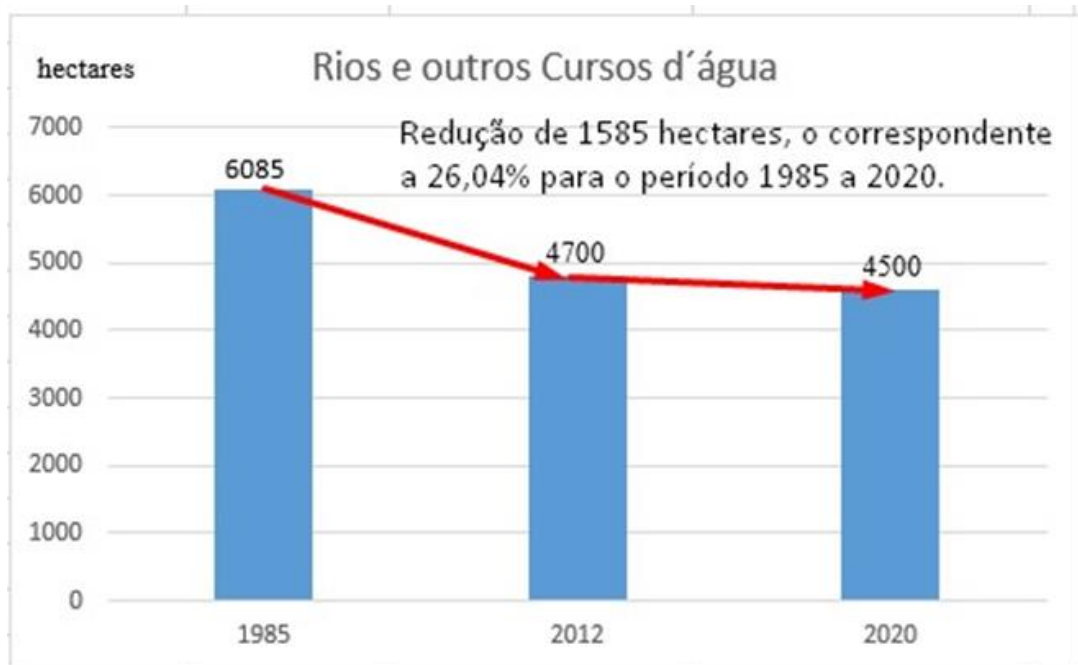
Fonte: Arlete Vieira (2022)

Destaca-se que a pastagem nesses períodos analisados corresponde à seguinte situação: de 1985 a 2012 a pastagem teve um acréscimo de 17,21%, o que corresponde a 0,63 % ao ano; no período de 2012 e 2020 verifica um decréscimo na pastagem de 1,08 correspondente

a 0.13% ao ano período que a agricultura teve um pequeno aumento de 5.87% a 8.51%, o que provavelmente explica essa pequena queda na pastagem com o incremento da agricultura (mudança de uso da terra) com ênfase na agricultura irrigada.

Quanto aos rios e outros cursos d'água nos períodos de 1985 a 2012, houve redução de superfície d'água de 0,15%; nos períodos de 2012 a 2020 uma redução de superfície d'água de 0,07% e os rios no período de 1985 a 2012 tiveram uma redução de 0,12%; 2012 a 2020 uma redução de 0,02%. Esses dados conjugados reportam a redução de volume de lâmina/superfície de água de rios e outros cursos d'água em 1.585 hectares, correspondendo a 26,04% do total de rios e outros cursos d'água nesses períodos, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico de quantidade em hectares de lâmina/ superfície d'água de rios

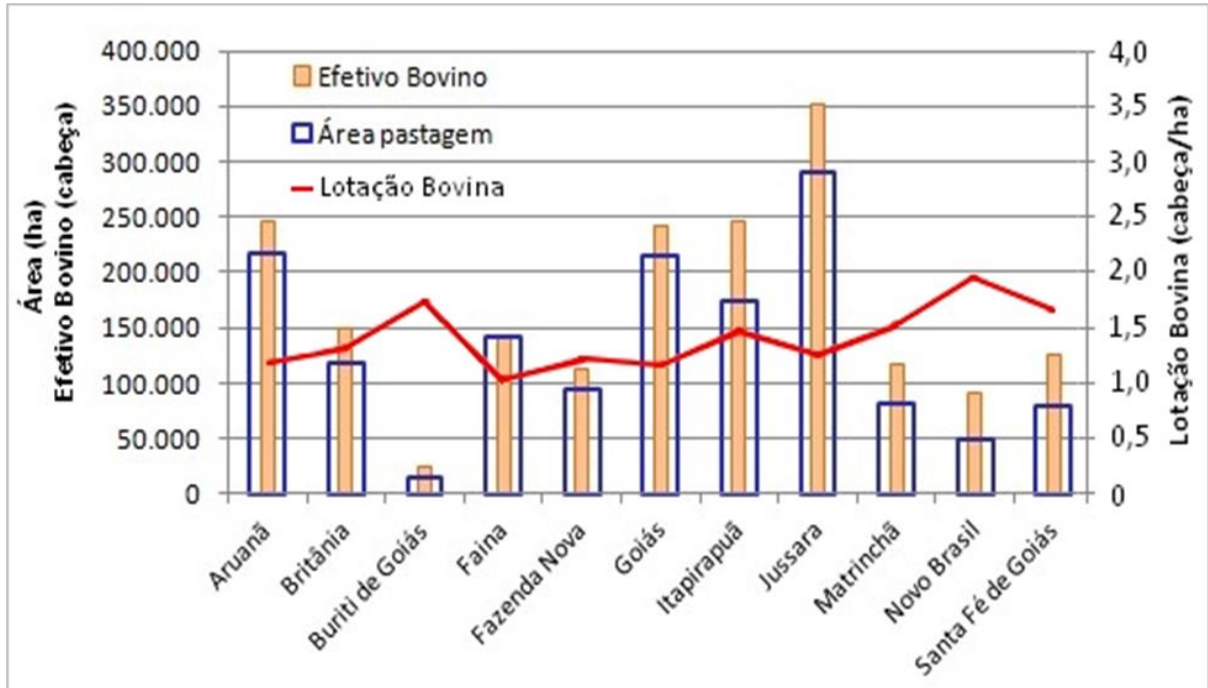


Fonte: Arlete Vieira (2022)

A correlação entre o efetivo bovino (IBGE, 2017) e as áreas de pastagens presentes em cada município que faz interseção com a BHRV é representado pelo avanço da pastagem sobre a vegetação nativa e as APPs. A variação do efetivo bovino nos municípios pertencentes à BHRV está associada ao quantitativo de área de pastagem disponível, de modo que, em linhas gerais, os municípios apresentam uma lotação bovina similar (média 1,2 cabeça por hectare), tendo em vista a proporcionalidade entre o efetivo bovino e as áreas de pastagens disponíveis em cada município. Podemos verificar, na Figura 6, que o efetivo bovino em todos os municípios analisados é maior que a disponibilidade de pastagem que denota a

necessidade de conversão de vegetação nativa para a abertura de novas áreas para pastagem conforme verificamos nos períodos analisados.

Figura 6 – Efetivo bovino versus pastagem nos municípios integrantes da BHRV

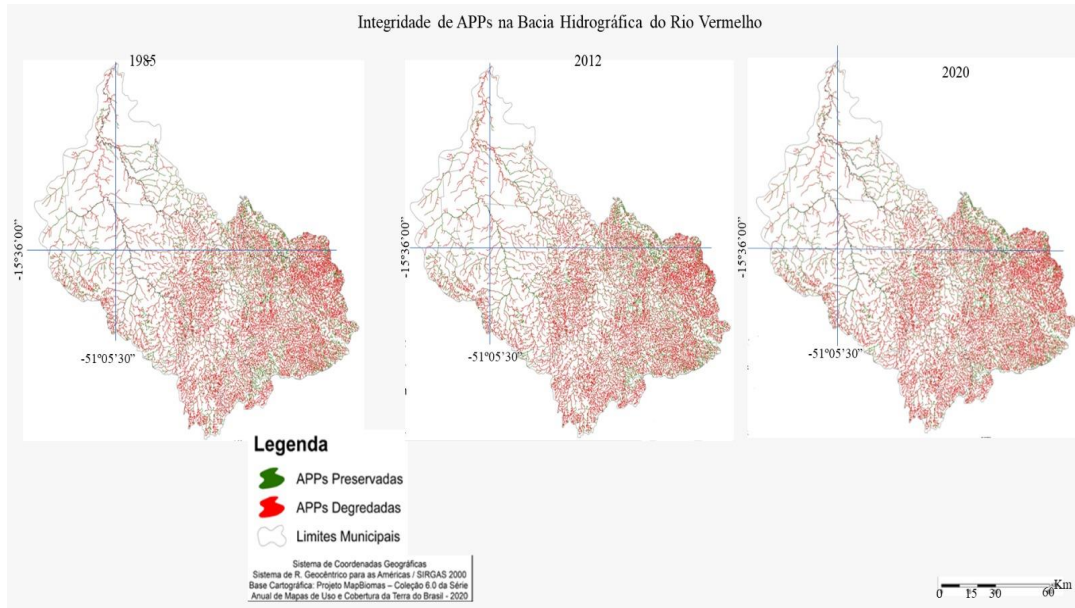


Fonte: Santos (2014, p. 79)

Mapeamento de integridade de APPs de rio

A pesquisa possibilitou a identificação da quantidade de APPs existentes (Figura 7). As APPs que estão preservadas aparecem na cor verde e, na cor vermelha, aquelas que foram degradadas nos períodos analisados de 1985, 2012 e 2020, demonstrando, ao longo dos períodos analisados, o aumento de degradação das APPs por pastagem

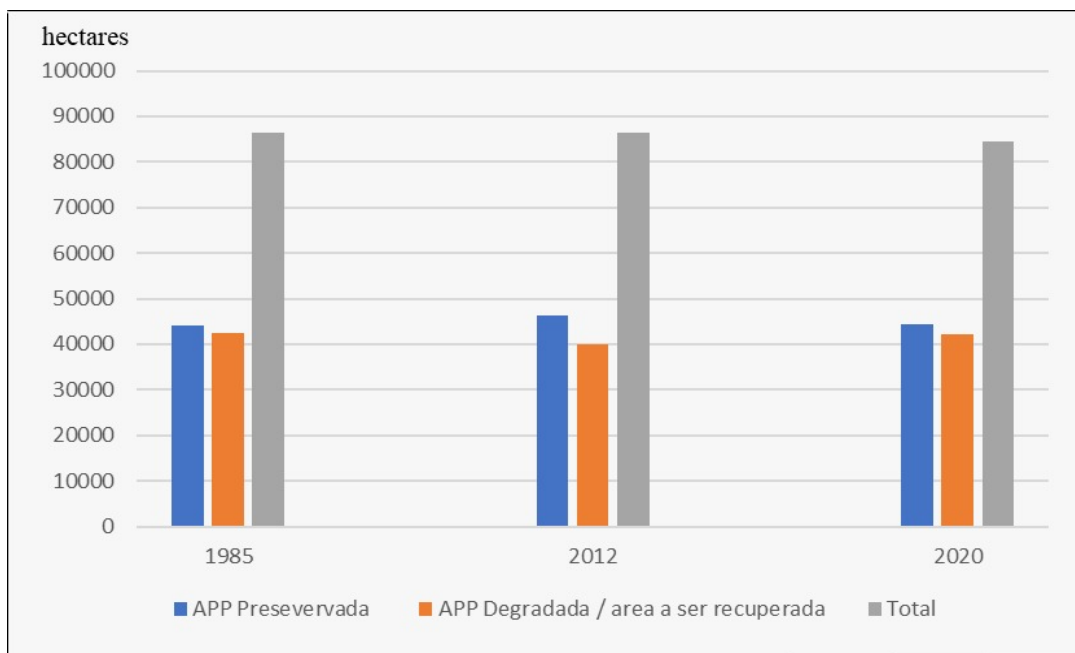
Figura 7 – Mapa de integralidade de APPs na BHRV



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Pode-se verificar, observando a Figura 8, que, ao longo dos períodos analisados, o constante uso e ocupação das APPs pela pastagem. Em 1985 havia aproximadamente 42 mil hectares tanto de APPs preservadas quanto degradadas; em 2012, 45 mil hectares de APPs preservadas e 40 mil de APPs degradadas. Já em 2020 houve uma pequena oscilação entre as APPs preservadas e degradadas em torno de 45 mil hectares.

Figura 8 – Gráfico de integralidade de APPs de rios nos anos de 1985, 2012 e 2020



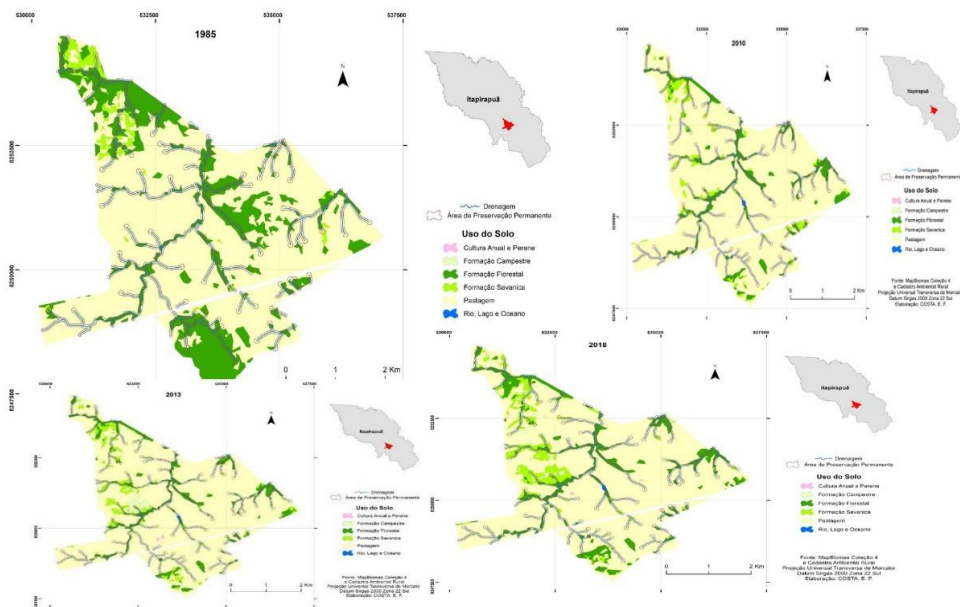
Fonte: Arlete Vieira (2022)

Analisando os mapas de quantidade de APPs preservadas e degradadas podemos constatar que aproximadamente 45 mil hectares de APPs estavam preservadas e 40 mil de APPs degradadas em 2012.

Nas visitas em campo foi possível verificar também que essas áreas são abandonadas pelo sistema produtivo quando não suportam mais o gado, o que pode favorecer a regeneração natural da pastagem. Os dados quantitativos mostrados na Figura 8 reforçam . visto que de 1985 a 2020 houve incremento de 42 mil hectares para 45 mil hectares de APPs degradadas.

Validando os resultados apresentados de uso e ocupação ilegais das APPs para toda a BHRV, apresenta-se o caso de determinada propriedade no município de Itapirapuã, localizada na conexão entre os segmentos da média e baixa Bacia — definida com as seguintes características: topografia plana, uso de maquinário, grandes propriedades e pecuária comercial —, onde é marcante situação de uso e ocupação das APPs por pastagem. Nas Figuras 9 e 18 se veem, na cor vermelha, as APPs degradadas e na cor verde as APPs preservadas, evidenciando o avanço da pastagem sobre as APPs nos períodos analisados de 1985, 2010, 2013 e 2018.

Figura 9 – Mapa de uso do solo da propriedade nos anos de 1985-2010-2013 e 2018

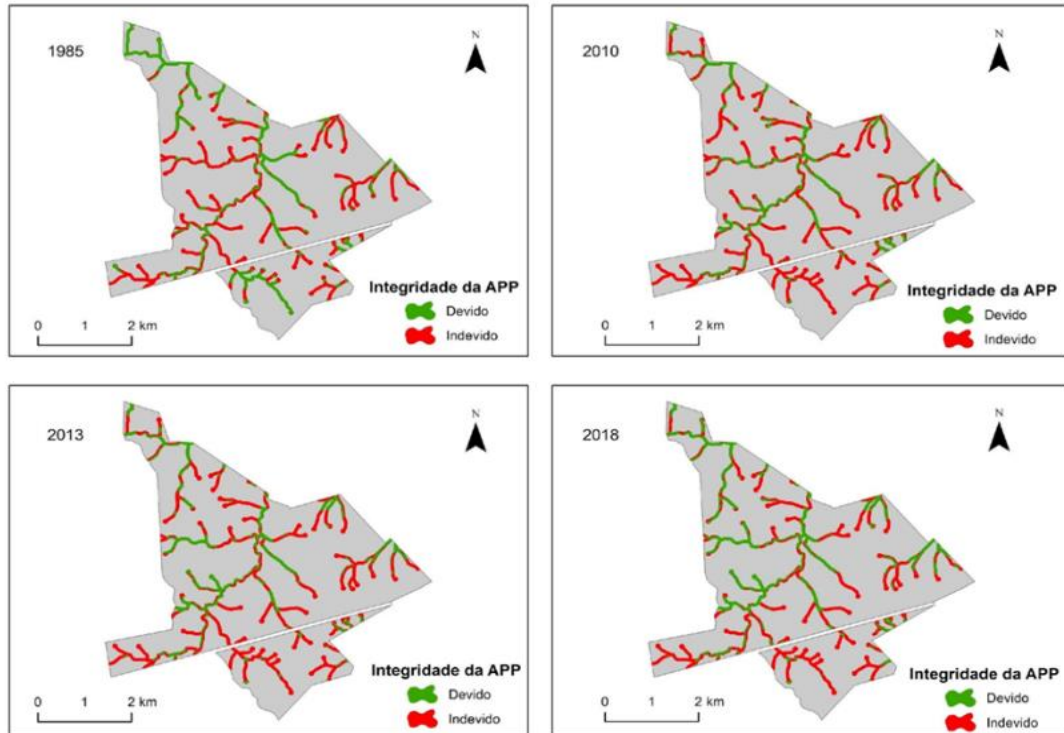


Fonte: Arlete Vieira (2022)

Os resultados encontrados possibilitaram geração de dados quantitativos de áreas da propriedade APPs preservadas e degradadas por pastagem, mostrando o correspondente *déficit* de APPs naquela propriedade de acordo com Figura 9. Esses dados corroboram o

entendimento da pesquisa acerca da dinâmica de uso e ocupação das APPs por pastagem dentro da Bacia em total descumprimento do Código Florestal.

Figura 10 – Mapa de integridade das Áreas de Preservação Permanente na propriedade modelo experimental nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Destaca-se também a correlação entre o uso do solo da propriedade e o uso do solo nas APPs nos períodos analisados com de situação idêntica com o incremento da pastagem sobre o solo da propriedade bem como sobre as APPs o que denota que a pastagem avança sobre toda a propriedade independentemente do tamanho, da lei ou de sua função protetiva ecossistema, conforme a Tabela 1.

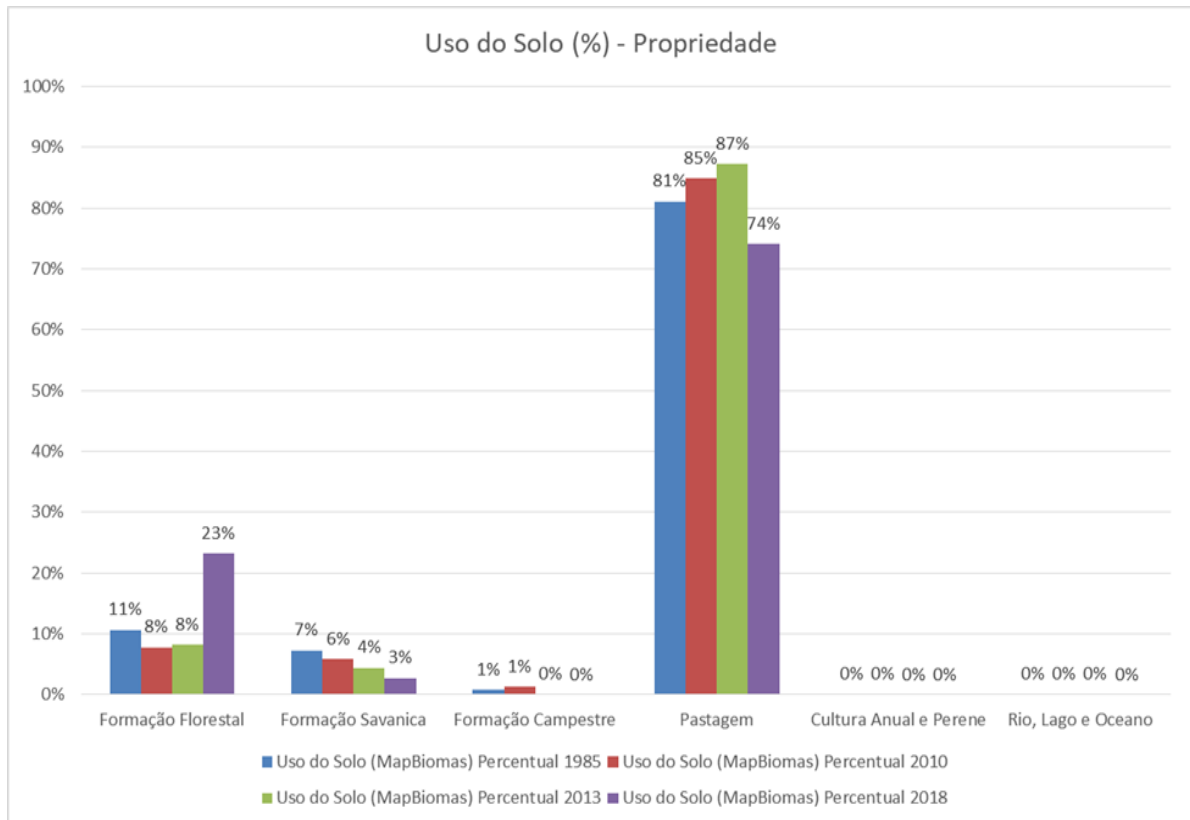
Tabela 1 – Uso do solo da propriedade *versus* uso do solo das APPs na propriedade modelo amostral nos períodos de 1985, 2010, 2013 e 2018

Área da Propriedade									
Uso do Solo (MapBiomas) Km ²					Uso do Solo (MapBiomas) Percentual				
Uso	1985	2010	2013	2018	Uso	1985	2010	2013	2018
Formação Florestal	2,338943	1,708422	1,79857	5,08899	Formação Florestal	11%	8%	8%	23%
Formação Savânica	1,600849	1,277172	0,969667	0,598277	Formação Savânica	7%	6%	4%	3%
Formação Campestre	0,180079	0,28382	0,012232		Formação Campestre	1%	1%	0%	0%
Pastagem	17,82012	18,66192	19,1692	16,2805	Pastagem	81%	85%	87%	74%
Cultura Anual e Perene	0,010937	0,021634			Cultura Anual e Perene	0%	0%	0%	0%
Rio, Lago e Oceano	0,016842	0,013938	0,018112		Rio, Lago e Oceano	0%	0%	0%	0%
	21,96777	21,96777	21,96777	21,96777					
Área de Preservação Permanente									
Uso do Solo (MapBiomas) Km ²					Uso do Solo (MapBiomas) Percentual				
Uso	1985	2010	2013	2018	Uso	1985	2010	2013	2018
Formação Florestal	1,31477	0,867027	0,826286	1,02983	Formação Florestal	45%	29%	28%	35%
Formação Savânica	0,064336	0,287706	0,3532	0,408956	Formação Savânica	2%	10%	12%	14%
Formação Campestre		0,006081	0,012612	0,021015	Formação Campestre	0%	0%	0%	1%
Pastagem	1,574147	1,78085	1,751305	1,4811	Pastagem	53%	60%	59%	50%
					Rio, Lago e				

Fonte: Arlete Vieira (2022)

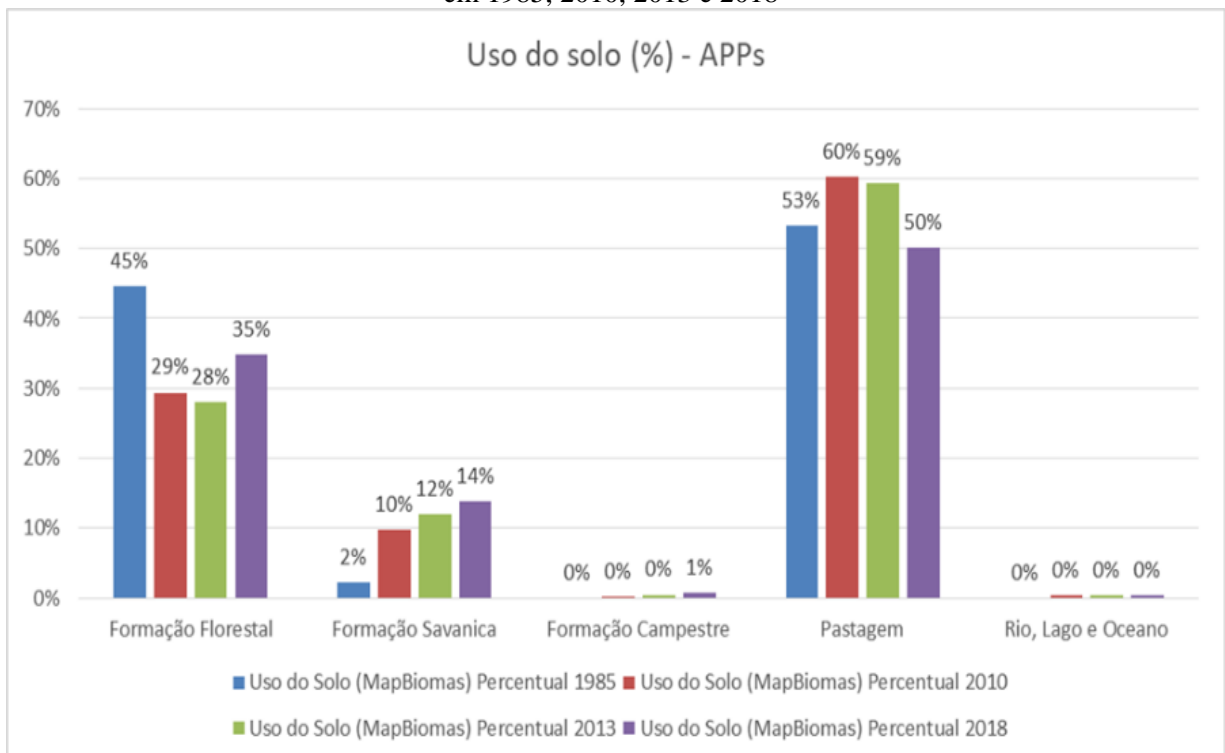
A evolução da pastagem sobre as APPs nos anos de 1985, 2010, 2013 e 2018 destaca os seguintes resultados: a) Entre 1985 (pastagem 81%) e 2018 (pastagem 74%), redução de 7% da área de pastagem na propriedade e redução da pastagem em área de APPs de 3%, sendo 1985 (com 53% de pastagem em APPs) e 2018 (com 50% de pastagem em APPs). No entanto, em 2010 (85%) e 2013 (87%) houve aumento na área de pastagem de 2% e decréscimo de 1% de área de pastagem em APPs, sendo 2010 (60%) e 2013 (59%). Em 2013 a área de pastagem era de 87% e a de APPS ocupadas por pastagem era de 59%. Entre 1985 e 2018 houve decréscimo de 3% de pastagem sobre as áreas de APPs ocupadas por pastagem, como mostram as Figuras 12 e 13.

Figura 12 – Uso do solo da propriedade - modelo experimental em 1985, 2010, 2013 e 2018



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Figura 13 – Integridade das Áreas de Preservação Permanente na propriedade modelo experimental em 1985, 2010, 2013 e 2018



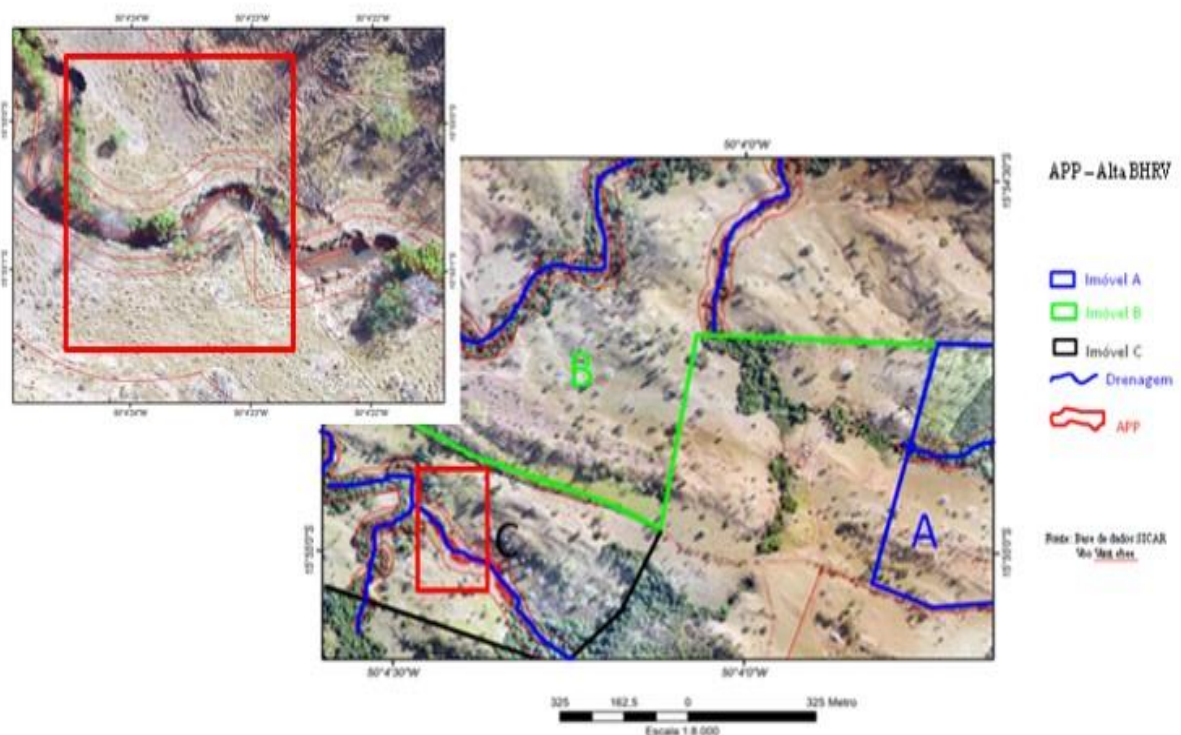
Fonte: Arlete Vieira (2022)

Desenho amostral das áreas modelo experimental de uso e ocupação na alta BHRV

Em detalhamento amostral da situação de uso e ocupação ilegais das APPs por pastagem no segmento da alta bacia da BHRV com as seguintes características: solo mais raso, relevo acidentado, com pouca mecanização, pequenas propriedades e prática da pecuária leiteira e agricultura familiar existência de mais remanescentes de vegetação nativa, selecionamos aleatoriamente três propriedades no município de Goiás. Assim, foi possível realizar o cruzamento e checagem dos dados declarados de Área de APPs e cobertura vegetal protegidas contidas no CAR dessas propriedades na plataforma do Sistema de Informação de Cadastro Rural (Sicar) e a realidade encontrada com o uso do vant.

Nessas propriedades selecionadas (Figura 14), verificamos que as suas áreas declaradas como APPs na realidade estão sendo usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem, em contradição às declarações contidas no CAR. Essa situação foi constatada também in loco durante as campanhas de campo. Onde deveria ter APPs havia na verdade pastagem, desobedecendo às determinações do Código Florestal. Além da ilegalidade de uso e ocupação dessas áreas, destacamos o fato de isso impossibilitar a função delas de proteção ecossistêmica e a precarização das informações declaradas no CAR.

Figura 14 – Mapeamento/desenho amostral das três áreas/propriedades rurais no segmento da alta Bacia no município de Goiás



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Ficou evidenciado que as autodeclarações contidas no CAR podem faltar com a verdade acerca da situação de degradação das APPs, o que pode prejudicar as tomadas de decisões públicas no manejo e na recuperação dessas áreas conforme proposto pelo Programa de Regularização Ambiental, ao qual aderem os proprietários dessas propriedades que acabam se comprometendo em recuperar áreas inferiores ao que existe realmente, conseqüentemente, precarizando e levando em descrédito o Programa de Regularização Ambiental determinado pelo CAR e pelo Código Florestal, o que demanda fiscalização e monitoramento dessas áreas pelas autoridades ambientais competentes.

Esse cenário reforça a intenção da pesquisa em alertar as autoridades competentes quanto à situação de degradação das APPs por pastagem dentro da BHRV com uma preocupante irradiação da mesma situação para o restante do bioma Cerrado.

Acervo fotográfico de degradação das APPs por pastagem

O acervo fotográfico obtido da BHRV em visitas de campo foi esclarecedor da realidade de degradação das APPs em virtude do seu uso e sua ocupação ilegais por pastagem que serve de alimento para o gado que tem livre acesso aos rios e lagos com efeitos diretos de degradação da água, o que favorece a escassez hídrica e o secamento de rios e lagos dentro da BHRV, como se observa nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 – Rio Vermelho (BHRV) com escassez e secamento hídrico



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Figura 16 – Escassez de água e secamento hídrico no Rio Vermelho (BHRV)



Fonte: Arlete Vieira (2022)

Discussões propostas

Diante dos resultados da pesquisa apresentada, alertamos para as seguintes discussões:

- A sociedade, os produtores de bens e serviços e os gestores públicos não alertaram ainda pelo uso e ocupação ilegais das APPs.
- As declarações de proprietários ou posseiros de imóvel rural feitas de forma compulsória no CAR e a manifestação de aderência ao PRA podem não surtir os efeitos desejados de recuperação das áreas degradadas por causa contradições que podem haver entre essas informações e a realidade das propriedades.
- O Sicar, apenas com declarações de proprietários/possuidores de imóvel rural, não é capaz, diante das contradições apresentadas nas declarações ao CAR e da realidade dentro das propriedades, de assegurar a proteção e preservação das APPs.
- Na BHRV a degradação das APPs pelo uso e ocupação por pastagem ocorre em toda a extensão da Bacia, seja na alta, média ou baixa, independentemente de suas características, mais agravada em tipologia de solo plano, com facilidade de manejo e atividade pecuária comercial.
- A falta de identificação e quantificação do passivo de APPs degradadas por pastagem pode fomentar o entendimento equivocado de que essas áreas estão preservadas e que a pastagem e

a pecuária ali estabelecidas são sustentáveis ambientalmente, quando na verdade é o contrário do que acontece, pois as APPs são usadas e ocupadas ilegalmente para formação de pastagem.

— Falta de fiscalização, monitoramento e gestão pelos órgãos públicos de proteção ambiental levam ao descumprimento da legislação ambiental e ao crescente passivo ambiental. Tudo isso coloca em risco as APPs, prejudicando o equilíbrio ecossistêmico da BHRV.

— A pesquisa revela que aproximadamente de 50% de APPs foram usadas e ocupadas por pastagem com potenciais reflexos no bioma Cerrado.

— Os dados apresentados de produtividade e lucratividade econômica da pecuária no bioma Cerrado desconsidera a ilegalidade da pastagem feita sobre as APPs.

— As APPs identificadas como preservadas nos dados de resultados não indicam a recuperação de APPs e sim a hipótese de regeneração natural.

Considerações

Ao término das análises feitas pela pesquisa apontamos as seguintes considerações:

A primeira delas e que norteou esta pesquisa, é que aproximadamente 50% das APPs na BHRV foram usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem de forma relativamente constante nos períodos analisados (1985, 2012 e 2020).

O uso e a ocupação ilegais das APPs têm repercussão ambiental, visto que prejudicam a função protetiva do ecossistema e jurídica em razão do descumprimento do estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro.

A metodologia apresentada foi suficiente para detectar a quantidade de APPs preservadas e degradadas na BHRV.

Constatamos que as informações e declarações prestadas ao CAR pelos proprietários e possuidores de terras podem ser contraditórias com a realidade existente nas propriedades, prejudicando o Programa de Regularização Ambiental estabelecido pelo CAR e pelo Código Florestal Brasileiro.

O entendimento do processo de uso e ocupação ilegais das APPs por pastagem colabora com a tomada de decisões públicas e privadas no tratamento de proteção e preservação das APPs e a observância legal.

Referências

- BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- DEL'ARCO, J. O.; RIOS, A. J. W.; DAMBRÓS, L. A.; TARAPANNOFF, I.; NOVAES, A. S. S. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia - Trecho Barra do Garças (MT) - Luiz Alves (GO)**. Goiânia: CDP; IBGE, 1999.
- DIAZ, S.; TILMAN, D.; FARGIONE, J. *et al.* Biodiversity regulation of ecosystem services. *In: HASSAN, Rashid et al. Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Washington, D.C.: Island Press, 2005. p. 279-329.
- EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte no Cerrado brasileiro. *In: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. (ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.
- FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; LATRUBESSE, E. M.; MIZIARA, F. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. **Journal of Land Use Science**, v. 11, p. 33-47, 2014.
- GOIÁS [Estado]. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho**. Goiás, mar. 2011. Disponível em: <<https://goias.gov.br/meioambiente/wp-content/uploads/sites/33/2015/11/cbh-rio-vermelho-proposta-de-instituicao-b74.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2023.
- LAMBIN, E. F.; GIBBS, H. K.; FERREIRA, L.; GRAU, R.; MAYAUX, P.; MEYFROIDT, P.; MORTON, D. C.; RUDEL, T. K.; GASPARRI, I.; MUNGER, J. Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. **Global Environmental Change**, v. 23, p. 892-901, 2013.
- LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, B. A agropecuária e do desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. *In: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. (ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 35-99.
- SANTOS, P. S. **Caracterização e mapeamento biofísico ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho a partir de dados remotamente sensoriados**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- VIEIRA, P. **Dinâmica de ocupação, vulnerabilidades e cenários para a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás-GO**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia 2013.

4.3 Artigo 2

IMPACTO DO USO ILEGAL DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE POR PASTAGENS NO SECAMENTO LACUSTRE E NA ESCASSEZ HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO, GOIÁS

Arlete Gomes do Nascimento Vieira

Resumo: O uso e a ocupação ilegais de Áreas de Preservação Permanente (APPs) por pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho têm como consequências imediatas a escassez e o secamento hídrico do sistema lacustre, afetando os lagos da região, principalmente o Lago dos Tigres em Britânia, Goiás. No período de 1985 a 2023, a degradação ambiental causou a diminuição do número de lagos e da superfície de lâmina d'água. Em 1985 existiam 4.698 lagos, número que foi reduzido para 4.251 em 2012 e para 4.023 em 2020. Foram detectadas a perfuração de cacimbas dentro das áreas dos lagos e o livre acesso do gado, coincidindo com o aumento das pastagens sobre as APPs que foram usadas e ocupadas ilegalmente pela pecuária, em descumprimento ao estabelecido pelo Código Florestal Brasileiro, que determina que as APPs são protegidas por lei e cumprem uma função de preservação do equilíbrio do ecossistema natural.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente, lagos, sistema lacustre, degradação.

IMPACT OF THE ILLEGAL USE OF PERMANENT PRESERVATION AREAS FOR PASTURES ON LAKE DRYING AND WATER SCARCITY IN THE RIO VERMELHO HYDROGRAPHIC BASIN, GOIÁS

Abstract: The illegal use and occupation of Permanent Preservation Areas (APPs) for pasture in the Rio Vermelho Hydrographic Basin has the immediate consequences of water scarcity and drying of the lake system, affecting lakes in the region, mainly Lago dos Tigres in Britânia, Goiás. We will demonstrate that, in the period from 1985 to 2023, environmental degradation caused a decrease in the number of lakes and water surface. In 1985 there were 4,698 lakes, a number that was reduced to 4,251 in 2012 and to 4,023 in 2020. The drilling of water holes within the lake areas and free access for livestock were detected, coinciding with the increase in pastures on the APPs that were used and illegally occupied by livestock activities, in violation of the provisions of the Brazilian Forest Code, which determines that APPs are protected by law and fulfill the function of preserving the balance of the natural ecosystem.

Keywords: Permanent preservation areas, lakes, lake system, degradation.

IMPACTO DEL USO ILEGAL DE ÁREAS DE PRESERVACIÓN PERMANENTE PARA PASTOS EN EL SECADO DE LAGOS Y ESCASEZ DE ÁGUA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO VERMELHO, GOIÁS

Resumen: El uso y ocupación ilegal de Áreas de Preservación Permanente (APP) para pastos en la Cuenca Hidrográfica del Río Vermelho tiene las consecuencias inmediatas de escasez de agua y desecación del sistema lacustre, afectando los lagos de la región, principalmente el Lago dos Tigres en Bretaña, Goiás. demostrará que, en el período de 1985 a 2023, la degradación ambiental provocó una disminución en el número de lagos y de la superficie del agua. En 1985 existían 4.698 lagunas, número que se redujo a 4.251 en 2012 y a 4.023 en 2020. Se detectó la perforación de abrevaderos dentro de las zonas lacustres y el libre acceso del ganado, coincidiendo con el aumento de pastos en las APP que se utilizaban. y ocupadas ilegalmente por actividades ganaderas, en violación de las disposiciones del Código Forestal Brasileño, que determina que las APP están protegidas por la ley y cumplen la función de preservar el equilibrio del ecosistema natural.

Palabras clave: Áreas de preservación permanente, lagos, sistema lacustre, degradación.

Introdução

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas pelo Código Florestal Brasileiro (CFB), instituído pela Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação, 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, evidenciando a importância da sua preservação e proteção por meio de planejamentos estratégicos para a mitigação dos impactos negativos sobre as áreas que devem ser protegidas prioritariamente (Pressey; Bottrill, 2009; Ribeiro *et al.*, 2005).

O CFB determina que, ao redor de lagos e lagoas naturais em zonas urbanas ou rurais, deve ser mantida uma faixa de proteção assim estabelecida: para lagos e lagoas naturais em zonas rurais com até 20 hectares, a faixa mínima de APP será de 50 metros; em zonas rurais com mais de 20 hectares, faixa mínima de APP será de 100 metros; em zonas urbanas, independentemente do tamanho da superfície do corpo d'água, faixa mínima de APP de 30 metros; com superfície da lâmina d'água inferior a 1 hectare (rural e urbano), a faixa de APP é dispensada (Brasil, 2012).

Além de manter a biodiversidade, as APPs são fundamentais na gestão das bacias hidrográficas (Laurance; Balmford, 2013; Borges *et al.*, 2011) porque colaboram para a regulação dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos, atuando como uma membrana semipermeável na regulação do fluxo de matéria e energia entre o ecossistema terrestre e o aquático (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013) — característica crucial para a manutenção da resiliência da microbacia (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2010).

Portanto, o uso e a ocupação irregulares de APPs alteram e restringem importantes funções ecossistêmicas e serviços ambientais (Borges *et al.*, 2011; Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013), aos quais essas áreas se propõem, acarretando degradação ambiental (Amorim; Homma, 2020). O monitoramento e a fiscalização dessas áreas com uso de geoprocessamento são de extrema importância (Domingues, 2012) para a sua manutenção e preservação (Lipp-Nissinen; Domingues, 2022).

É de amplo conhecimento que a pecuária extensiva demanda uma constante conversão de áreas de vegetação nativa, via desmatamento, em novas pastagens (Vieira; Ferreira; Ferreira, 2014), o que motiva o uso e a ocupação de APPs para formação de pasto e provoca diversos malefícios para o meio (Arantes, 2017).

O uso e a ocupação ilegais de APPs por pastagem têm contribuído para a contaminação, a escassez e o secamento da água de rios e lagos dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV). Isso afeta as populações ribeirinhas em suas práticas de pesca, causando a mortandade de peixes e a extinção de algumas espécies endêmicas, além de tornar a água imprópria para o abastecimento público e para as atividades agropecuárias (Rodriguez; Silva; Leal, 2011; Silva, 2021).

O resultado do uso e da ocupação ilegais de APPs por pastagem é a geração de um passivo ambiental ainda não dimensionado, embora seus efeitos danosos, como a devastação do Cerrado goiano causada pelo desmatamento, escassez e secamento hídrico, já sejam sentidos (Ferreira *et al.*, 2014; Vieira, 2013).

Cabe salientar que os termos “uso” e “ocupação” têm significados distintos. “Uso” se refere a utilidade, serventia, função, funcionalidade, enquanto “ocupação” deve ser entendida como apropriação, tomada, posse, conquista e apoderamento.

A BHRV é representativa da situação de degradação ambiental que afeta o bioma Cerrado (Mueller; Martha Júnior, 2008; Macedo; Kichel; Zimmer, 2000). A pesquisa constatou que aproximadamente 50% de APPs de rios e lagos estão ocupadas por pastagem, e que as APPs de lagos apresentam retração na quantidade e no tamanho delas e diminuição da superfície ou lâmina d’água, resultando em escassez e secamento dos lagos no período compreendidos entre 1985 e 2023 na BHRV.

A pecuária de corte brasileira, predominantemente realizada em pastagens, além de ser um dos pilares da economia do país, é uma importante provedora de serviços ecossistêmicos no contexto de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, já que os estoques de carbono estão principalmente no solo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2009), esse segmento tem grande potencial de sequestro e armazenamento

de carbono, sendo considerado um dos maiores sumidouros de carbono. No entanto, é preocupante a situação de ilegalidade dessas pastagens, que ocupam áreas protegidas por lei e são prioritárias para a preservação ambiental, como determina o CFB.

Ressalta-se que a preservação de APPs é de suma importância na preservação de solo e água, recursos indispensáveis para toda e qualquer atividade humana. No entanto, é fundamental considerar a situação da pastagem, ou seja, sua legalidade, importando questionar se ela é feita em obediência à legislação ambiental ou não.

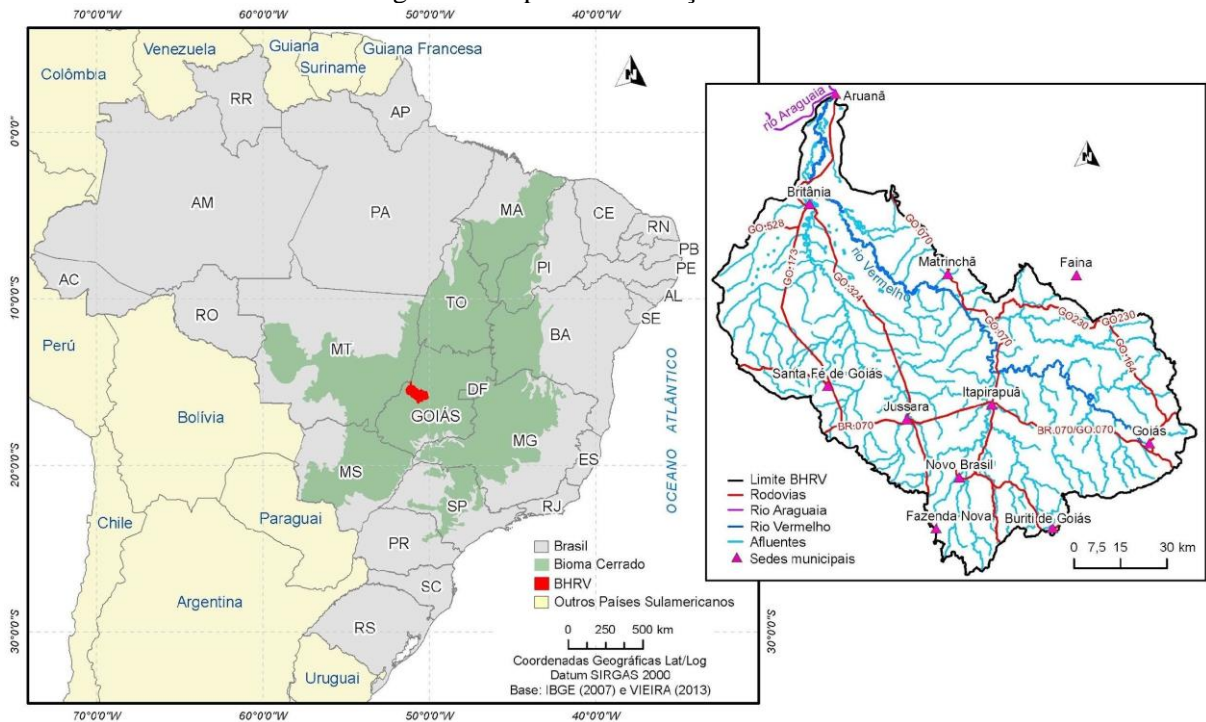
A vegetação de pastagem, especialmente o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), é o principal alimento para o gado na pecuária extensiva. Originária da África do Sul, essa planta perene, ereta ou decumbente, entouceirada, rizomatosa, com enraizamento nos nós inferiores em contato com o solo, é densa-pubescente, de coloração geral verde-escura e atinge de 30 a 90 centímetros de altura. Propaga-se por sementes e rizomas (Lorenzi, 2000) e, por ser plantada em larga escala, contribui para a degradação ambiental do Rio Vermelho, do Rio Araguaia e dos demais rios integrantes da BHRV e dos lagos, em especial o conhecido Lago dos Tigres, no município de Britânia, em Goiás.

Área de estudo

A escolha da BHRV como objeto de estudo justifica-se por sua relevância hídrica para o Cerrado goiano, suas características geomorfológicas peculiares, que envolvem fragilidades que podem ser acentuadas pelas atividades antrópicas, em especial a pecuária ali praticada (Laurance; Balmford, 2013; Dias Filho, 2014), e pela constante degradação ambiental por ela sofrida. Esse quadro instiga reflexões acerca da relação entre a legislação ambiental e o uso da terra, com destaque para a importância de cumprir as leis para proteger as APPs (Muro, 2013).

A BHRV está totalmente inserida no domínio do Cerrado, na porção oeste do estado de Goiás, ocupa uma área de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil e Buriti de Goiás e a totalidade do território do município de Itapirapuã, como mostra a Figura 1.

Figura 1- Mapa de localização da BHRV



Fonte: Santos (2014, p. 45)

A BHRV é delimitada ao norte e a nordeste pela Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, a sudeste pela Serra Dourada e pela Bacia do Rio dos Bois; a sudoeste pela Serra da Bocaina e pela Bacia do Rio Claro.

O Rio Vermelho, cantado em verso e prosa por escritores e músicos goianos, como Cora Coralina¹, Manoel Amorim Félix de Souza e Marcelo Barra², agoniza lentamente pelo abandono do poder público e pela falta de conscientização ambiental da população ribeirinha. Principal rio da BHRV, de inestimável importância para a preservação de todo o ecossistema da Bacia, o Rio Vermelho nasce na cidade de Goiás e percorre parte da área urbana do município, reconhecido como Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade — título concedido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) em 2001, ano que coincidiu com uma grande enchente que destruiu parte do acervo arquitetônico, atingindo a população ribeirinha, monumentos e prédios históricos, como a Ponte da Cora, a casa de Cora Coralina e a Cruz do Anhanguera.

Esse rio nasce ao pé da Serra Dourada e tem a direção noroeste como predominante em seu curso. É o principal afluente do Rio Araguaia pela margem direita, com sua foz na

¹ CORALINA, Cora. Rio Vermelho. In: **Poemas dos becos de Goiás e estórias mais**. São Paulo: Global, 1996. p. 80-81.

² RIO Vermelho. Intérprete: Marcelo Barra. Compositor: Manoel Amorim Félix de Souza. In: **Somos Goiás**. Intérprete: Marcelo Barra. Gravação independente, 1995. 1 CD, faixa 14 (4 min).

cidade de Aruanã, em Goiás. Os principais afluentes do Rio Vermelho são, pela margem esquerda, o Rio Uvã e o Rio Água Limpa e, pela margem direita, o Rio Ferreira.

O processo de uso e ocupação de terra na BHRV ao longo das últimas quatro décadas foi muito degradante. A partir de 1985, foram verificadas a retirada da cobertura vegetal para introdução da lavoura, a mudança de uso de lavoura para pastagem — até então se utilizava a pecuária de pastagem natural —, o avanço de pastagem plantada sobre áreas de APPs, a alteração na dinâmica hidrológica do sistema fluvial e o secamento do sistema lacustre (Silva, 2021).

A atividade econômica predominante na Bacia é a pecuária (Mueller, 2008), com 8,63% do rebanho bovino do estado, 5,16% do rebanho de vacas leiteiras, 4,53% do leite produzido, 3,64% dos suínos e menos de 1% do plantel de aves. A agricultura também tem grande representatividade, especialmente com a produção de algodão, arroz irrigado e de sequeiro, banana, cana-de-açúcar, feijão, guariroba, mandioca, milho e soja. Um dos fatores que têm impulsionado a agricultura da região é o advento da irrigação, notadamente nos municípios de Jussara, Britânia e Santa Fé de Goiás (Goiás, 2011).

O Censo Agropecuário de 2017 indica que quatro dos 11 municípios que compõem a BHRV reúnem os maiores rebanhos da região: Jussara com 350.600 cabeças de gado, Aruanã com 245.850, Itapirapuã com 245.150 e a Cidade de Goiás com 242.200 cabeças. Juntos, eles respondem por 45% da produção total, que é de 1.844.890 cabeças (IBGE, 2017). A variação do efetivo bovino nos municípios está associada ao quantitativo de área de pastagem disponível, de modo que, em linhas gerais, os municípios apresentam uma lotação bovina similar (média 1,2 cabeça por hectare).

A taxa de ocupação do rebanho bovino em Aruanã, Britânia, Matrinchã, Jussara e norte de Itapirapuã é bem expressiva em virtude da disparidade econômica entre esses municípios, com as pastagens aparentemente mais produtivas e pastos mais bem manejados, incluindo aplicação de gesso para melhorar a absorção de água no solo. Nessas regiões predomina a pecuária de corte (raça nelore), enquanto nos outros municípios da Bacia, a exemplo de Goiás e Faina, destaca-se a produção de gado leiteiro, com maior diversificação de espécies bovinas, representadas por matrizes mestiças. Onde os solos são mais pedregosos, as áreas de pastagem são de menores dimensões e aparentemente menos produtivas (Silva, 2021; Vieira, 2014).

As porções baixa e alta da BHRV apresentam características peculiares. Os territórios dos municípios de Jussara, Britânia, Matrinchã e Aruanã têm litologia do cristalino, sobreposta por uma cobertura de sedimentos arenosos inconsolidados da Formação Araguaia

com níveis de uma crosta laterítica a uma profundidade média de 0,5 a 2,0 metros com matriz arenosa, caracterizada por uma grande quantidade de lagos e um evidente sistema de fraturas de direção NE/SW e NW/SE consolidada com a acidez da água subterrânea (Silva, 2021; Vieira, 2014). Essa condição hidrológica pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 - Sistema hidrológico de subsuperfície/hidrologia do lençol freático Faz. Água Limpa, -14°31'36,81''/-51°07'05,62'

Sistema Hidrológico de Subsuperfície / Hidrologia Do Freático								
	DATA	T°C	pH	OXD.	TSD.	TRP.	SP.	CDT.
Parâmetros	03/06/01	28,60	5,50	8,30	0,06	-----	2,90	7,40
Hidrológicos	12/05/02	28,90	5,80	5,90	0,06	-----	2,40	8,60

Fonte: Vieira (2013)

Na região da BHRV, há uma grande concentração de lagos quase totalmente degradados em consequência de pisoteio, assoreamento, desmatamento de vegetação nativa e uso e ocupação de suas APPs por pastagem, que fornece alimento ao gado de corte e acesso livre aos lagos.

O Código Florestal Brasileiro dispõe sobre o tamanho de faixa de APP de lagos e reservatórios naturais, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Faixa de APP de lagos e reservatórios naturais

LAGOS E RESERVATÓRIOS NATURAIS	FAIXA DE APP
Em Zonas Rurais com até 20 ha (Art. 4º, inciso II, a)	50 m
Em Zonas Rurais com mais de 20 ha (Art. 4º, inciso II, a)	100 m
Em Zonas Urbanas (Art. 4º, inciso II, b)	30 m
Com superfície da lâmina d'água inferior a 1 ha (rural e urbano) (Art. 4º, § 4º)	Dispensada

Fonte: A autora (2023) com base no CFB (2012)

Bases de dados e procedimentos de análise

Fundamentou-se a análise em dados e informações obtidas nas seguintes fontes de pesquisa:

- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), obtido no portal de dados da Agência Nacional de Águas (ANA).
- Rede de drenagem do estado de Goiás, na escala 1:100.000, obtida no Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (Sieg).
- Mapas de uso do solo do projeto MapBiomass, que emprega os mosaicos de imagens Landsat 5 e 8, em geral referentes a julho de cada ano.
- Cadastro Ambiental Rural das propriedades analisadas, obtido na plataforma Sistema de Informações do Cadastro Ambiental Rural (Siscar).
- Imagens fotográficas obtidas em campanhas de campo.
- Campanhas de campo realizadas entre 2019 e 2023.
- Imagens aéreas capturadas por VANT modelo RPAS eBee Plus RTK em 2019 e 2023.
- Referencial bibliográfico.

Desenvolveu-se uma análise da integridade das APPs na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, associada à classe de uso “pastagem” o período de 1985 a 2023, com as seguintes fases executadas: Coleta de dados em campo, utilização de veículo aéreo não tripulado, modelo RPAS eBee Plus RTK e receptor geodésico de dupla frequência modelo Matrice 210 para obtenção de imagens aéreas e dados do MapBiomass da coleção 6 (1985-2020); Imagens Landsat 5 e 8; dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural das propriedades selecionadas e utilização de software ArcGis.

Utilizou-se a rede de drenagem oficial do estado de Goiás, na escala 1:100.000, feito o recorte para o limite da BHRV e submetido à criação de zona tampão ou *buffer* de 50 metros no entorno de lagos e lagoas naturais (com exceção de lagos com superfície maior que 20 hectares, quando o Código Florestal determina 100 metros de faixa de APPS). O *buffer* da drenagem considerou, portanto, 30 metros para os cursos d’água (rios) e 50 metros para áreas de lagos em toda a Bacia.

A partir do cálculo de geometria com Sistema de Informações Geográficas (SIG), definimos as áreas de APPs preservadas e as áreas a serem recuperadas (degradadas), ou seja, as áreas usadas e ocupadas em sua maior parte por pastagem e agricultura e demais áreas antropizadas.

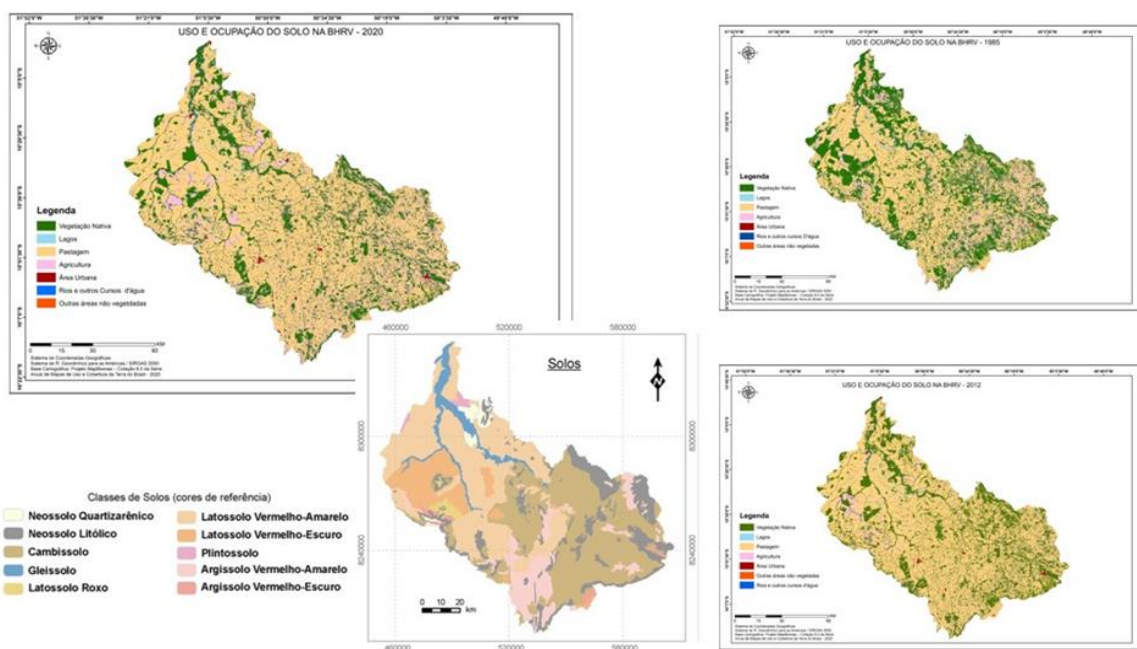
O trabalho foi feito com o auxílio de coordenadas de pontos obtidas em campanhas de campo realizadas no período de 2019 a 2023. Foi necessário separar rios e lagos para respeitar as determinações do CFB. A mesma metodologia foi utilizada para verificar o uso e a ocupação de APPs por pastagem nas propriedades rurais selecionadas, nos municípios de Itapirapuã, Britânia e Goiás, com dados conjugados do MapBiomias.

Na sequência, empregando imagens do satélite Landsat 5 e 8, realizou-se a classificação do uso do solo nos períodos correlatos, com recorte de 50 metros para APPs de lagos, respaldados nas informações coletadas *in loco* nas campanhas de campo. Foi identificado as APPs de lagos usadas e ocupadas por pastagem durante os respectivos períodos, o que possibilitou a confecção de mapas de uso e ocupação do solo, mapas de APPs de lagos com a identificação de APPs preservadas e degradadas pelo uso e pela ocupação ilegais por pastagem.

Mapeamento de uso e ocupação da BHRV

A evolução de uso e ocupação de APPs por pastagem foi constante entre 1985 e 2020, como se observa na Figura 2, na qual é possível constatar que, ao longo desses anos, a vegetação nativa foi sendo substituída pela pastagem que avançou sobre as APPs.

Figura 2 - Mapas de uso e ocupação de APPs por pastagem, correlacionados com mapa de solo, mostrando a coincidência entre os tipos de solo e o uso e ocupação de APPs



Fonte: A autora (2021)

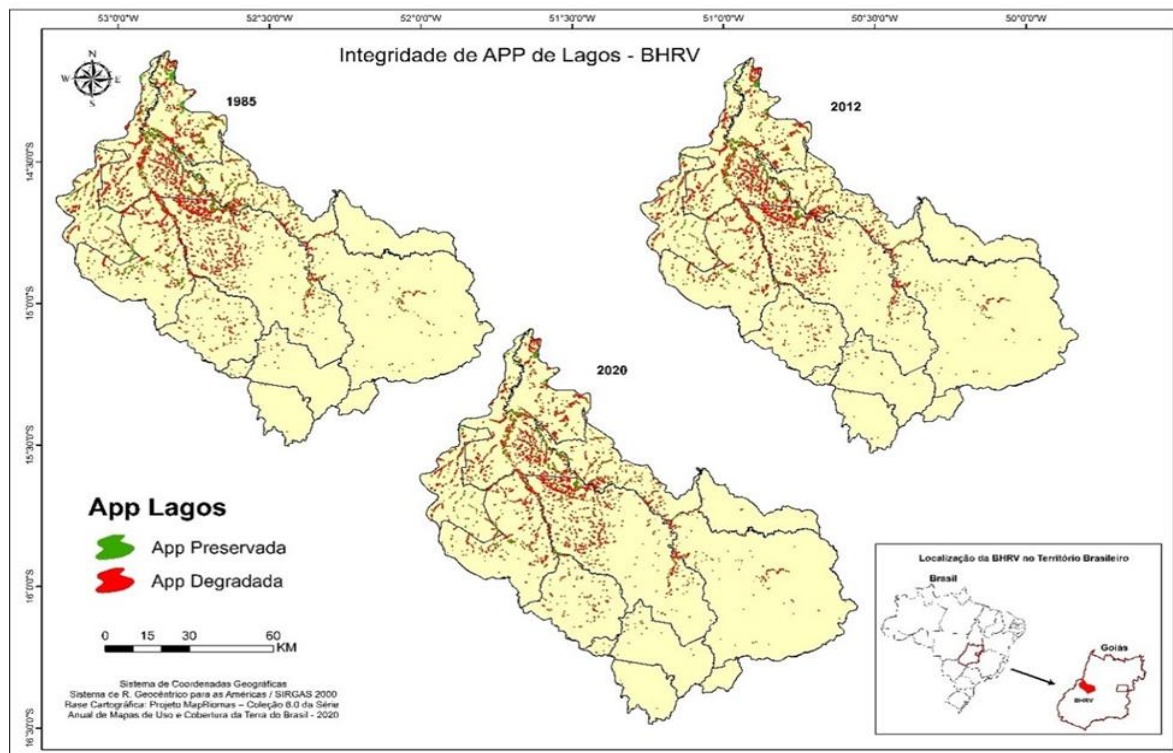
Verifica-se que o uso e a ocupação de APPs por pastagem se intensifica em regiões onde há predominância de um tipo específico de solo, o latossolo. Esse fenômeno ocorre em virtude da qualidade e da condição natural do solo, que facilita as atividades agrárias (facilidade no manejo, solo mais profundo e uso de maquinários), evidenciando a inter-relação entre o solo, a topografia plana e o avanço da pastagem sobre APPs.

Observa-se, portanto, que as áreas mais planas, com solos mais produtivos e de fácil manejo, incluindo a utilização de máquinas, são mais rapidamente ocupadas por pastagem. Essa situação é representativa dos segmentos da baixa e média Bacia, onde se pratica uma pecuária de mercado voltada para cria, recria e engorda de bovinos. Diferentemente, na alta Bacia, com solos mais rasos, relevo acidentado, pouca mecanização, pequenas propriedades e pecuária leiteira, há predominância de remanescentes de vegetação nativa e menor uso e ocupação de APPs (Santos, 2014).

Mapeamento de integralidade de APPs de lagos e sua degradação pelo uso e pela ocupação de suas áreas por pastagem

A BHRV foi fortemente impactada pelo uso e pela ocupação de APPs por pastagem, situação que fica evidente ao analisarmos a Figura 3. A cor verde indica a quantidade de APPs de lagos que estão íntegras, enquanto a vermelha sinaliza as APPs de lagos que tiveram suas áreas usadas ou ocupadas por pastagem e foram degradadas no período de 1985 a 2020.

Figura 3 – Mapa de integralidade de APPs de lago na BHRV em 1985, 2012 e 2020

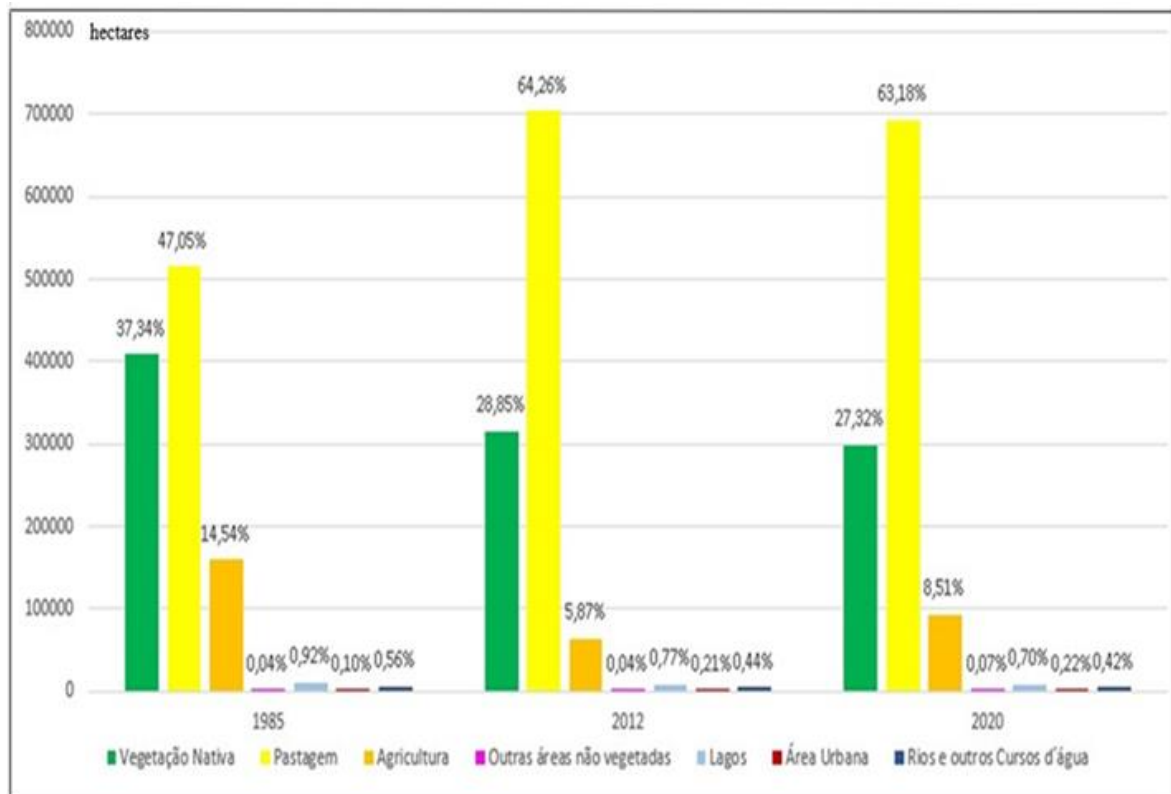


Fonte: A autora (2022)

Em 1985, já se verificava a degradação de APPs pelo uso e pela ocupação de suas áreas por pastagem, uma condição acentuada em 2012 e que permaneceu constante em 2020, demonstrando que, ao longo dos anos, as APPs foram diminuídas de forma progressiva, cedendo lugar para pastagem.

O gráfico relativo ao de uso e à ocupação do solo na BHRV nos períodos de 1985, 2012 e 2020 (figura 4) revela que, em 1985, a vegetação correspondia a 37,34%, a pastagem 47,05%, a agricultura 14,54%, outras áreas não vegetadas 0,04%, lagos 0,92%, área urbana 0,10% e rios e outros cursos d'água 0,56%. Em 2012, a vegetação representava 28,85%, a pastagem 64,26%, a agricultura 5,87%, outras áreas não vegetadas 0,04%, lagos 0,77%, área urbana 0,21% e rios e outros cursos d'água 0,44%. Oito anos depois, em 2020, a vegetação correspondia a 27,32, a pastagem 63,18%, a agricultura 8,51%, outras áreas não vegetadas 0,07%, lagos 0,70%, área urbana 0,22% e rios e outros cursos d'água 0,42%.

Figura 4 – Gráfico representativo do uso do solo em 1985, 2012 e 2020

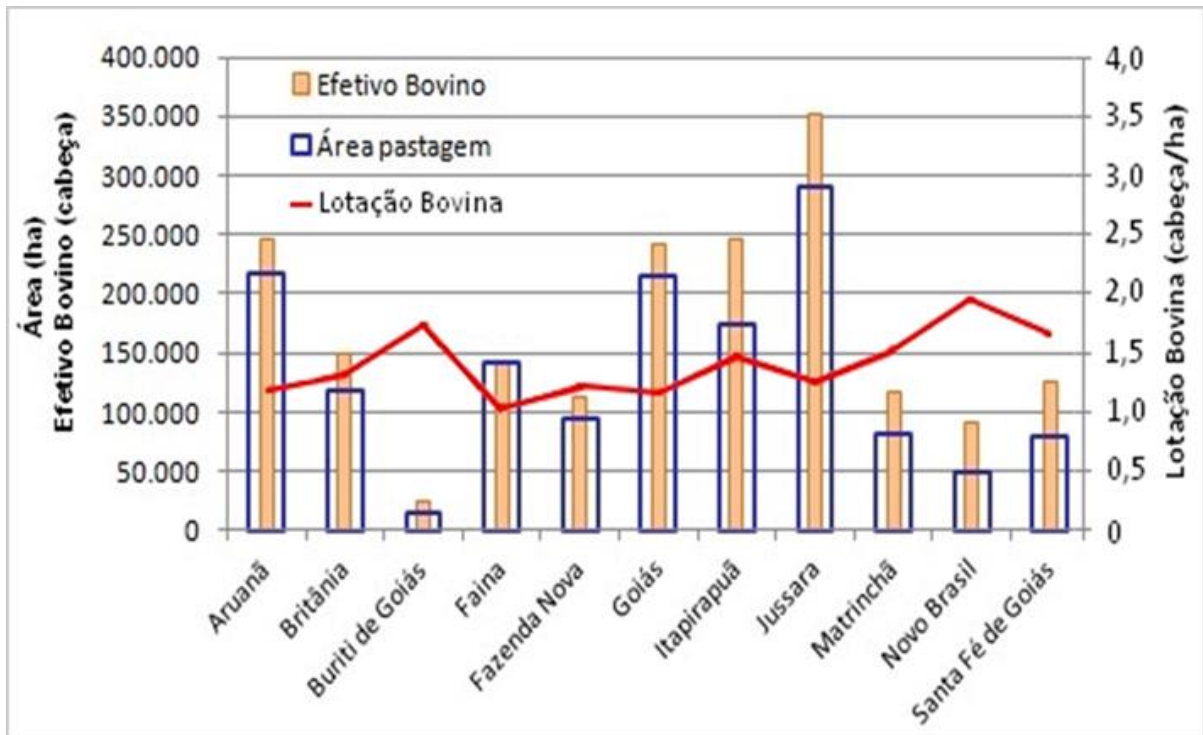


Fonte: A autora (2022)

Verifica-se que os lagos, ao longo dos anos, foram diminuindo: Em 1985, ocupavam 0,92% da área total, 0,77% em 2012 e apenas 0,70% em 2020, enquanto o movimento da pastagem foi bem diferente nos mesmos períodos analisados. De 1985 a 2012 a pastagem teve um acréscimo de 17,21%, o que corresponde a 0,63% ao ano. Entre 2012 e 2020 a quantidade de pastagem apresentou decréscimo de 1,08%, o correspondente a 0,13% ao ano — período coincidente com o aumento da agricultura de 5,87% para 8,51%. Esse cenário provavelmente reflete a mudança no uso da terra, com a agricultura ocupando áreas que antes eram de pastagem para promover, principalmente, a cultura de arroz irrigado.

É possível constatar que existe uma correlação entre o efetivo bovino (Censo Agropecuário - IBGE, 2017) e as áreas de pastagem presentes em cada município que faz interseção com a BHRV, justificando o avanço da pastagem sobre a vegetação nativa e as APPs. O efetivo bovino, em todos os municípios analisados, é maior que a disponibilidade de pastagem (como mostra a Figura 5), o que revela a necessidade de conversão de vegetação nativa em novas áreas para pastagem — situação marcante nos períodos analisados —, mostrando o potencial futuro de agravamento desse cenário já preocupante.

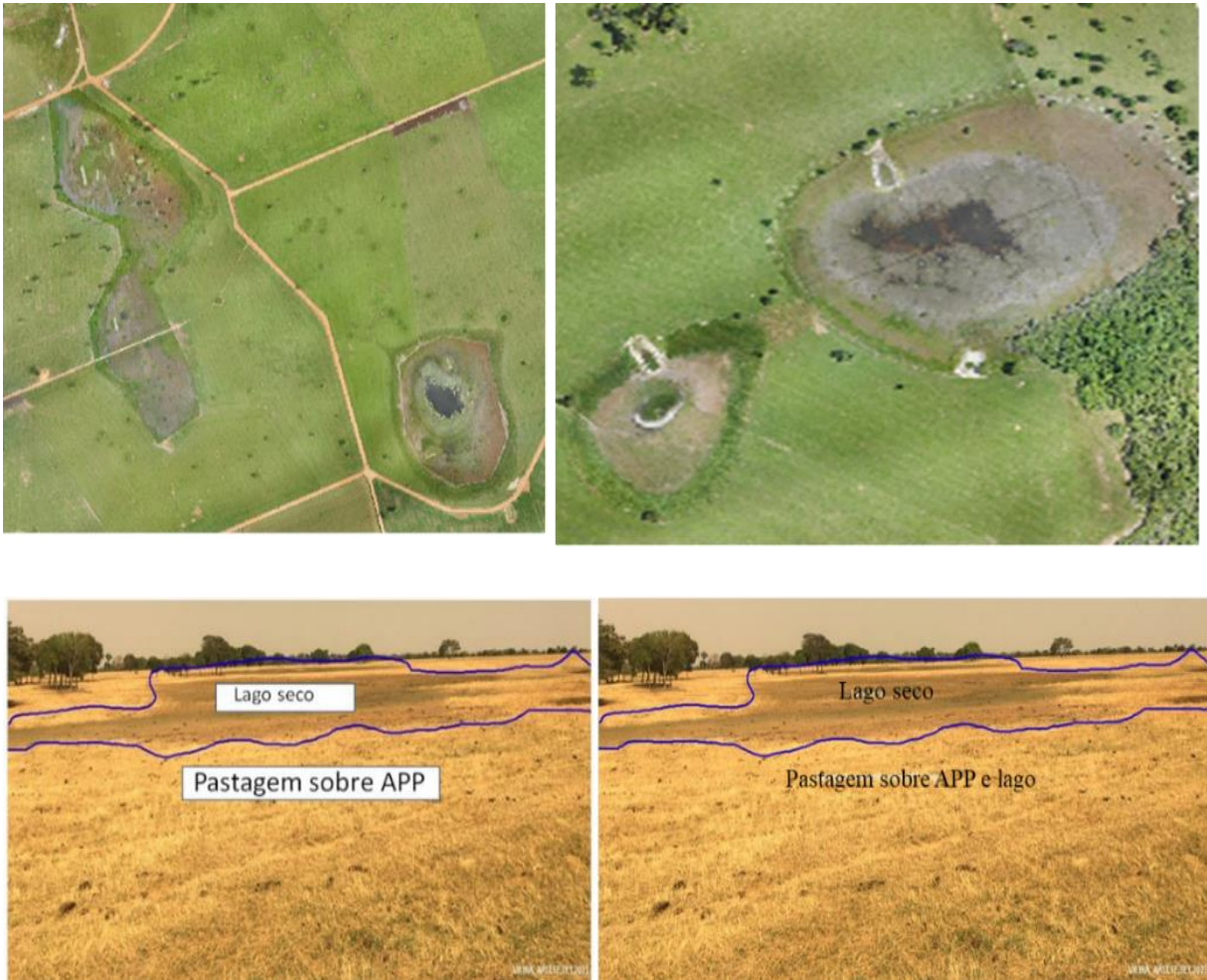
Figura 5 - Efetivo bovino versus pastagem nos municípios integrantes da BHRV



Fonte: Santos (2014, p. 79)

Outra consequência do uso e ocupação de APPs por pastagem, que resulta na perda da função ecossistêmica dessas áreas, é a exaustão do sistema hídrico da Bacia, em especial dos lagos, que padecem com a escassez e o secamento de suas águas, como podemos observar na Figura 6.

Figura 6 – Situação de escassez, secamento hídrico, uso e ocupação das APPs de lagos por pastagem



Fonte: A autora (2020)

As imagens traduzem bem o contexto de escassez e secamento dos lagos em uma grande propriedade rural, localizada na porção da baixa da BHRV, próxima do Lago dos Tigres, no município de Britânia, que desenvolve atividade pecuária comercial com cria, recria e engorda de gado.

Com a utilização do vant e campanhas de campo, foi possível constatar a situação de escassez e secamento dos lagos. Nas fotografias da Figura 6, percebe-se que os lagos (com média de área de cerca de 20 hectares) estão totalmente secos ou com pouquíssima água e que suas APPs estão sendo usadas e ocupadas por pastagem. Cabe destacar que todos os lagos da BHRV visitados e analisados apresentam o mesmo quadro de degradação.

Situação idêntica é mostrada na Figura 7, na qual se vê o gado solto no pasto, pisoteando a vegetação rasteira e com acesso livre aos lagos. Em quase todos os lagos visitados e analisados detectamos a existência de cacimbas (buracos cavados para captar água do lençol freático).

Figura 7 - Cacimbas e gado solto no pasto no município de Itapirapuã

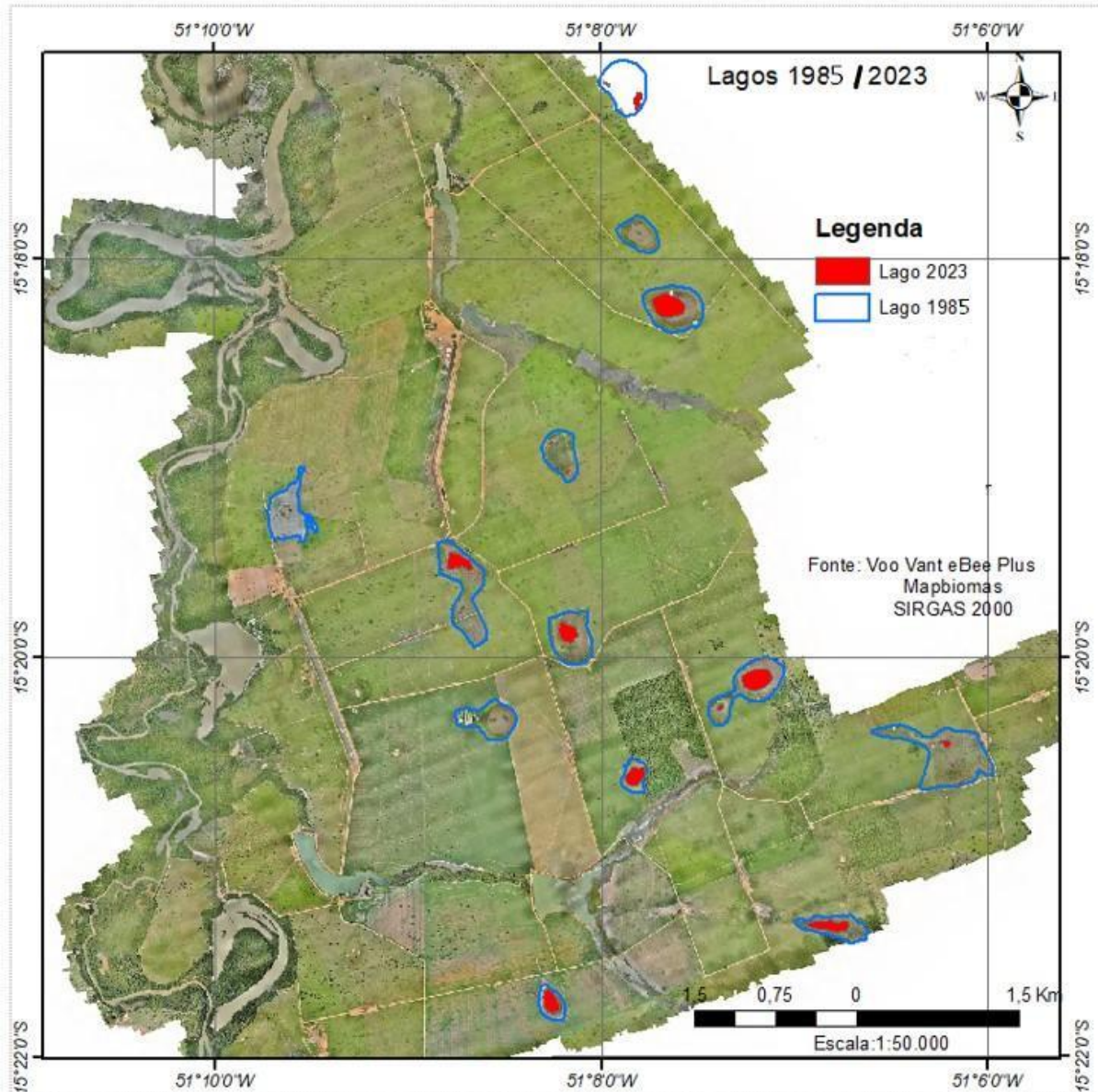


Fonte: A autora (2020)

Confecção de tabela e gráficos de representação do uso e da ocupação de APPs de lagos por pastagem

Podemos verificar a evolução do uso e da ocupação das APPs de lagos por pastagem ao longo de quatro décadas (de 1985 a 2023), considerando o somatório de hectares ocupados pelos lagos nesse período e a diminuição do tamanho deles. Na Figura 8, observa-se a diminuição da quantidade de lagos nesse período, bem como a retração dos espelhos d'água, o que resulta em escassez e secamento hídrico.

Figura 8 - Retração de espelho d'água e diminuição do tamanho dos lagos no período de 1985 a 2023



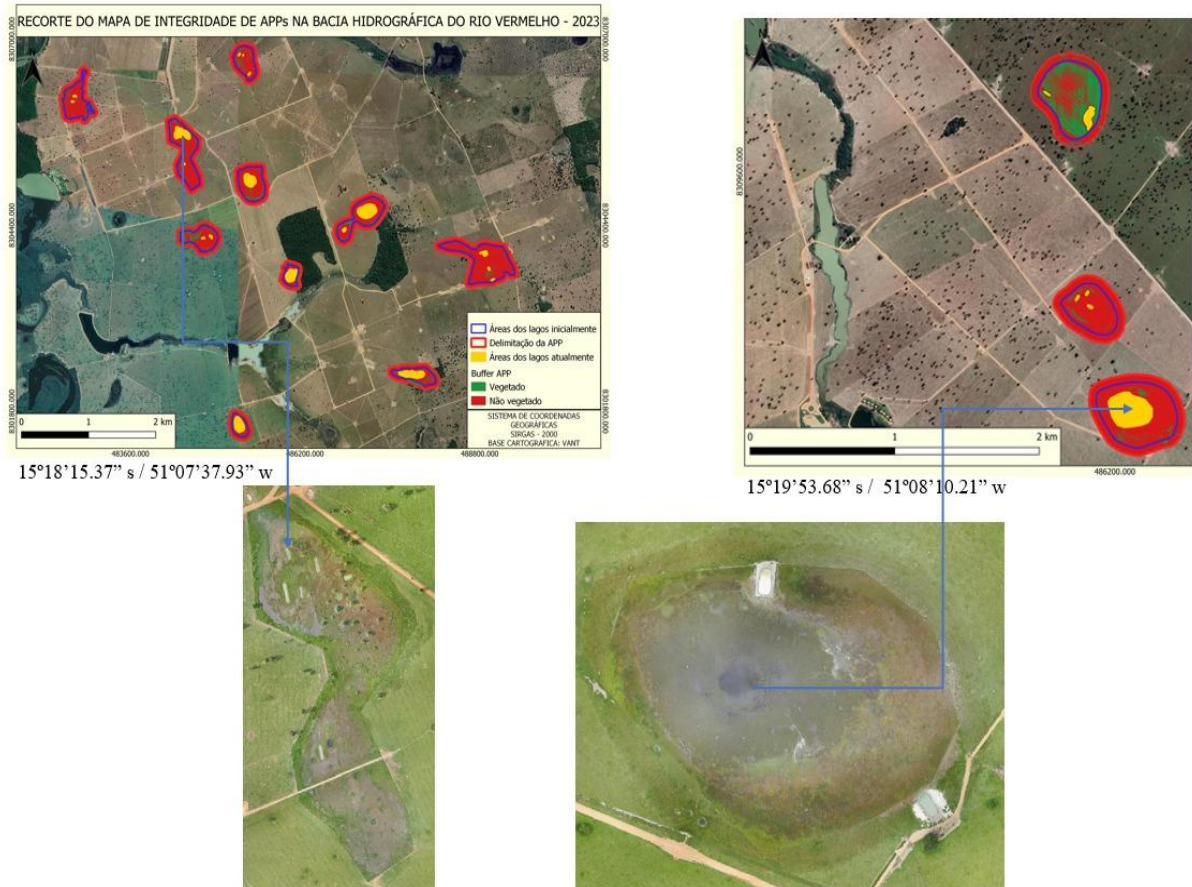
Fonte: A autora (2023)

Entre 1985 e 2023, tem sido constante a diminuição do tamanho dos lagos — dados confirmados pelas imagens aéreas capturadas por VANT. Os contornos azuis na figura 8 correspondem à delimitação dos lagos em 1985, e as marcas vermelhas mostram o tamanho dos mesmos lagos em 2023. Uma análise, mesmo superficial, da imagem permite atestar a redução desses corpos hídricos.

Essa situação confirma nossa hipótese de pesquisa de que os lagos na BHRV estão diminuindo em tamanho e em quantidade de água em virtude da degradação das APPs nas quais eles estão inseridos, causada pelo uso e pela ocupação ilegais de suas áreas por pastagem, repercutindo em prejuízo para preservação e proteção do ecossistema,

principalmente do sistema hídrico, e provocando secamento e escassez de água. A Figura 9 mostra detalhadamente a diminuição da quantidade de lagos entre 1985 e 2023.

Figura 9 - Detalhamento da diminuição da quantidade de lagos entre 1985 e 2023



Fonte: A autora (2023)

Em 1985 foram registrados 4.698 lagos e o número caiu para 4.251 em 2012 e para 4.023 em 2020, como atesta o gráfico na figura 10.

Figura 10 - Gráfico do sistema lacustre com a quantidade de lagos em 1985, 2012 e 2020



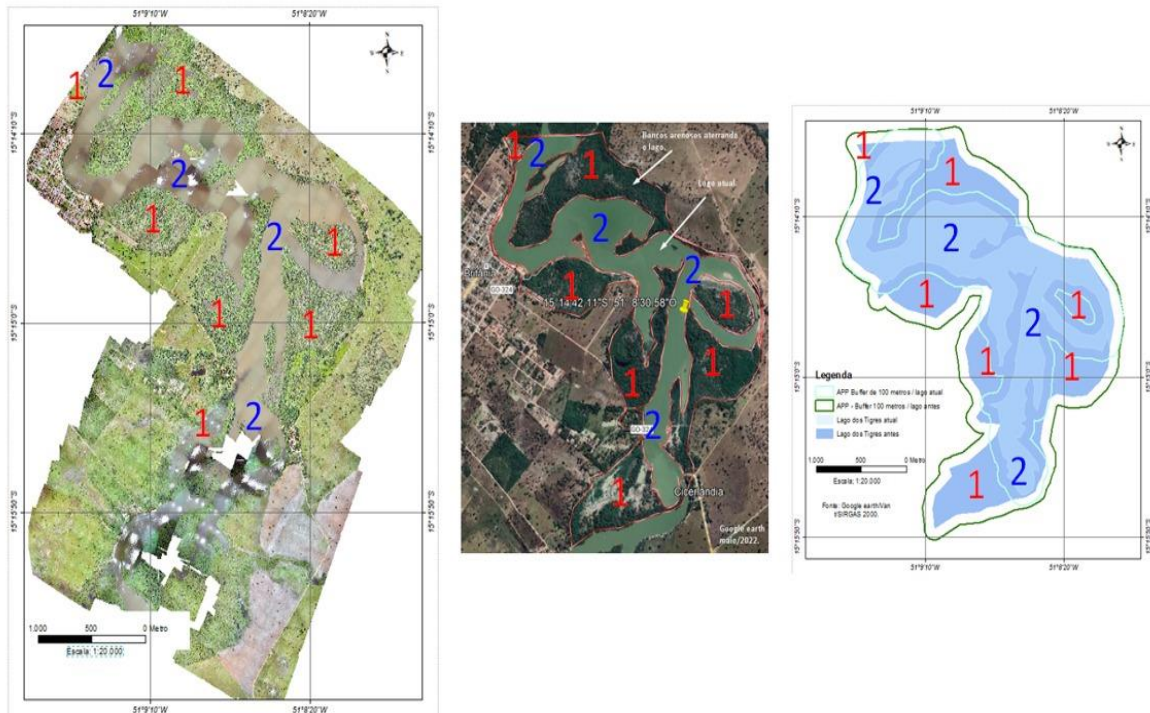
Fonte: A autora (2022)

Diagnóstico da mudança de dinâmica hídrica dos lagos: escassez e secamento

Na pesquisa, verificou-se que o processo de degradação das APPs de rios e lagos acontece em razão do uso e da ocupação ilegais das APPs por pastagem, em descumprimento ao Código Florestal Brasileiro. Essas áreas perdem sua função de preservação dos recursos hídricos em virtude do desmatamento de vegetação nativa e do pisoteio do solo que favorece o escoamento superficial das águas, o carreamento de sedimentos para dentro dos lagos, o assoreamento e o impedimento do fluxo gênico hídrico de acúmulo e reposição de suas águas. O resultado é a diminuição dos lagos, escassez de água e o secamento.

Essa situação fica evidente ao analisar a Figura 11, na qual se observa o assoreamento dos lagos em virtude da ausência de APPs. O número 1 sinaliza os bancos arenosos depositados e o número 2, o sistema lacustre atual, bem como a retração de espelho d'água e a diminuição do tamanho do Lago dos Tigres ao longo dos anos.

Figura 11 - Imagens do processo de assoreamento do Lago dos Tigres no município de Britânia



Fonte: A autora (2023)

A degradação pelo uso e ocupação de suas áreas por pastagem é o início da perda da função ecossistêmica das APPs em preservar água, intensificando a tensão global sobre a mudança no uso da terra, incluindo a conversão de áreas para atividades agropecuárias e o impacto resultante sobre as APPs (Houghton, 1994).

A Figura 12 mostra um lago seco, localizado entre os municípios de Itapirapuã e Britânia. Nela se vê a presença de plantas invasoras e cacimbas escavadas para captar água do lençol freático, a fim manter o abastecimento da pecuária, notadamente em virtude do esgotamento do sistema hídrico provocado pela degradação de suas APPs por pastagem.

Figura 12 - Imagens de satélites de lago seco entre os municípios de Itapirapuã e Britânia
Lago seco



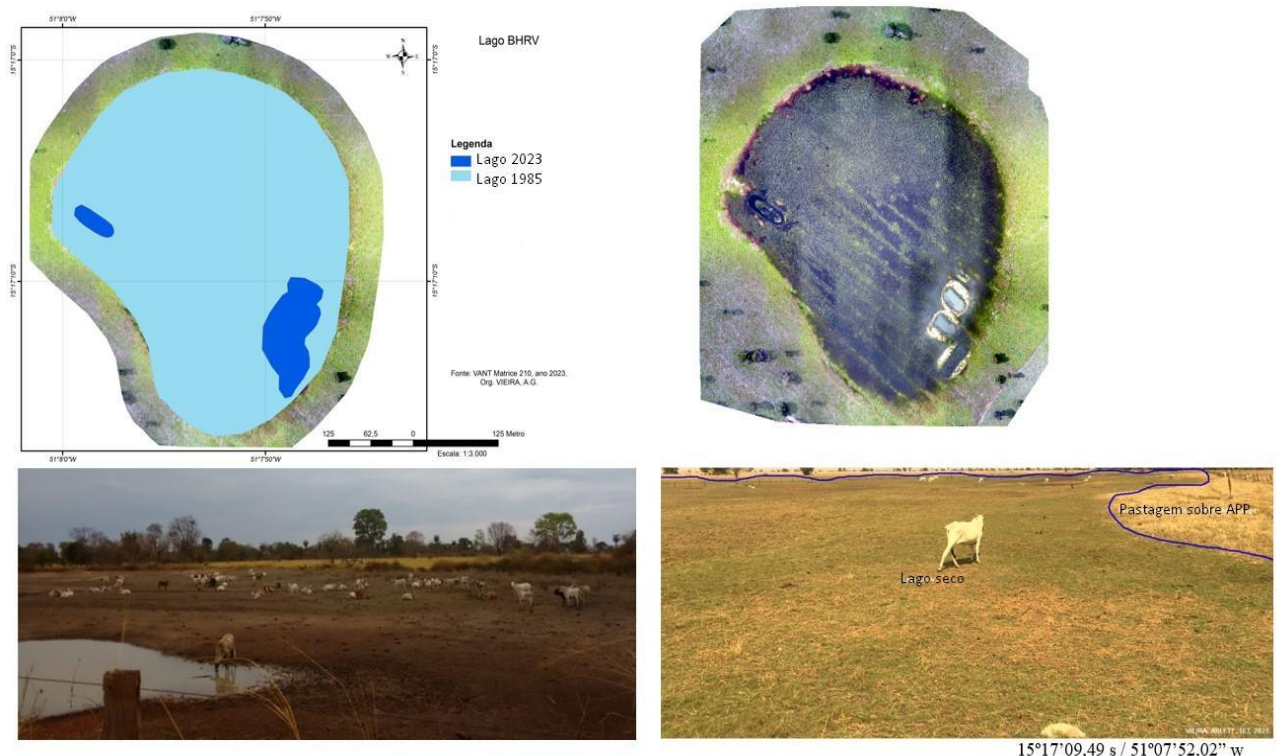
Imagem 2021, lago seco, baixa BHRV.
Fonte: Google earth.



Fonte: A autora (2021)

Com a Figura 13 ilustra-se o processo desastroso de uso e ocupação das APPs de lago por pastagem, mostrando o tamanho de um lago em 1987, sua drástica redução em 2023 e a presença de cacimbas e de gado na área do lago.

Figura 13 - Situação de lago no município de Itapirapuã com cacimbas e gado na APP

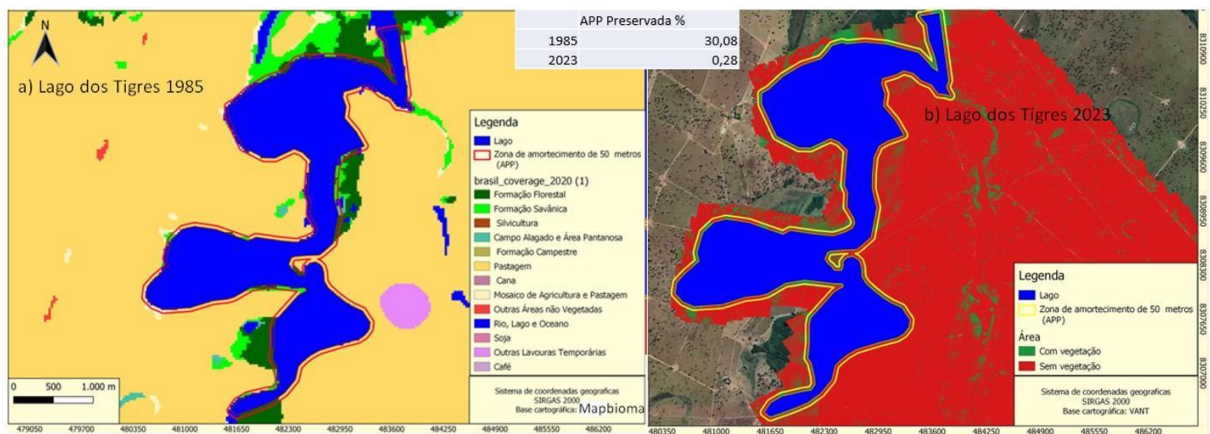


15°17'09,49 s / 51°07'52,02\"/>

Fonte: A autora (2023)

Essa situação preocupante, de secamento de água e uso e ocupação ilegais das APPs por pastagem, também atinge um lago muito prestigiado pelos goianos, o Lago dos Tigres (figura 14), no município de Britânia. A pesquisa constatou a diminuição do tamanho do lago e a consequente escassez, além da provável seca total de suas águas, caso nenhuma medida seja feita. Em 1985, o Lago dos Tigres tinha 30,08% de suas APPs preservadas, e, em 2023 esse percentual caiu para 0,28 %.

Figura 14 - Situação do Lago dos Tigres em 1985 e em 2023



Fonte: A autora (2023)

Destaca-se na Figura 15 a série temporal da superfície d’água do Ribeirão Água Limpa, berço do Lago dos Tigres. A imagem revela que, entre 1985 a 2023, houve uma contração de 152 hectares de lâmina d’água, o que corresponde a 27,63%, segundo o MapBiomias (2024). Esses dados confirmam nossa constatação de que as APPs estão diminuindo e, conseqüentemente, os lagos estão secando.

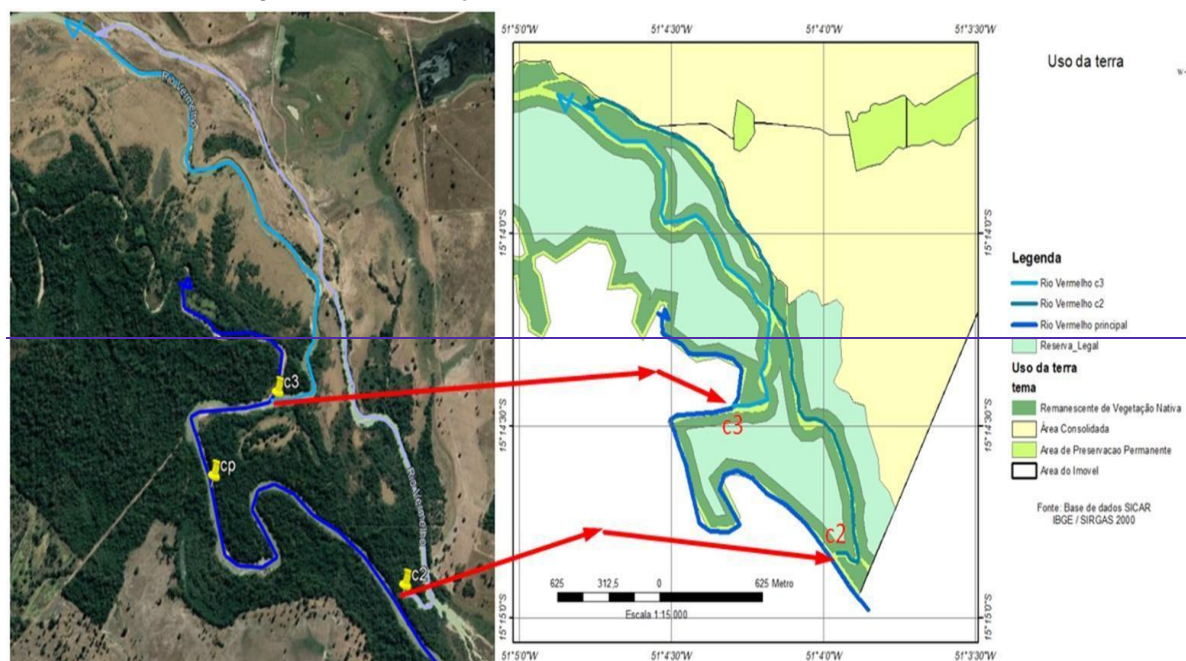
Figura 15 - Série temporal da superfície d’água do Ribeirão Água Limpa/Lago dos Tigres



Fonte: MapBiomias (2024)

A degradação provocada pelo uso e pela ocupação ilegais das APPs de rios e lagos por pastagem teve como consequência direta também a mudança de canal do rio — situação verificada na região de Britânia, onde o Rio Vermelho bifurcou em dois novos canais (c2 e c3) que ocuparam áreas de pastagem (figura 16). O canal principal (cp) só é ocupado durante os períodos de cheia do rio. Essa mudança de canal do rio, além de todos os prejuízos ambientais decorrentes, traz também questões jurídicas sobre a limitação de propriedades e de uso de água.

Figura 16 - Bifurcação do canal do Rio Vermelho em Britânia



Fonte: A autora (2023)

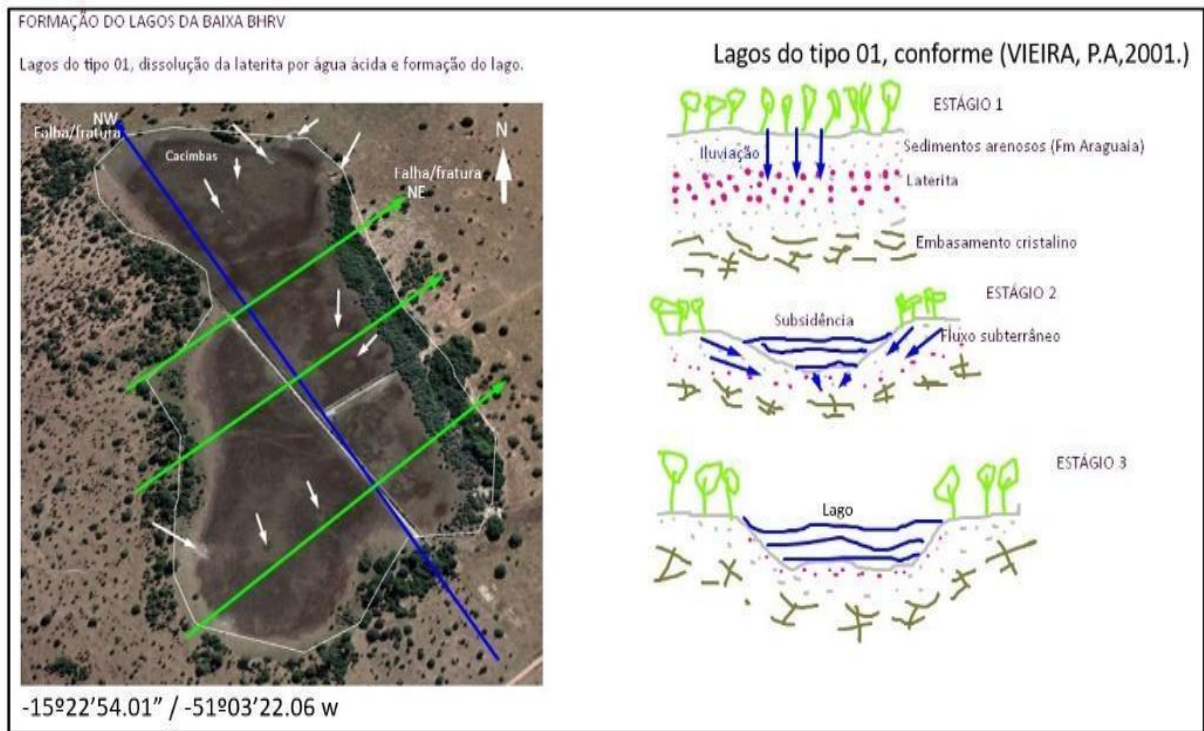
Confecção de desenho amostral da formação dos lagos na BHRV

Propõe-se o modelo de desenho amostral na busca de mais amplo entendimento da dinâmica hidrogeológica de formação, desenvolvimento e degradação das APPs dos lagos pelo uso e ocupação de suas áreas por pastagem, considerando as intersecções na dinâmica de água e solo entre o sistema lacustre e fluvial de abastecimento e reabastecimento de águas e uso e ocupação da terra.

Na Figura 17 observa-se que, no primeiro estágio evolutivo dos lagos (1), acontece a iluviação (processo químico de dissolução de laterita que ocorre verticalmente). No estágio 2, ocorre a depressão do solo, que será ocupado por água em consequência do processo de

colapso da laterita e subsidência do solo (afundamento) impactado pelo fluxo subterrâneo, que ocorre horizontalmente. Finalmente, no estágio 3, aparece o lago formado.

Figura 17 – Estágios de formação dos lagos



Fonte: A autora (2021)

Constatou-se a existência de dois sistemas lacustres bem definidos. Na figura 17, observa-se um conjunto de lagos pequenos e arredondados em uma fase incipiente de dissolução, com o estágio de não coalescência entre os lagos. Já a Figura 18, mostra o estágio 3, com os lagos já formados.

Figura 18 - Formação dos lagos tipo 1 na BHRV

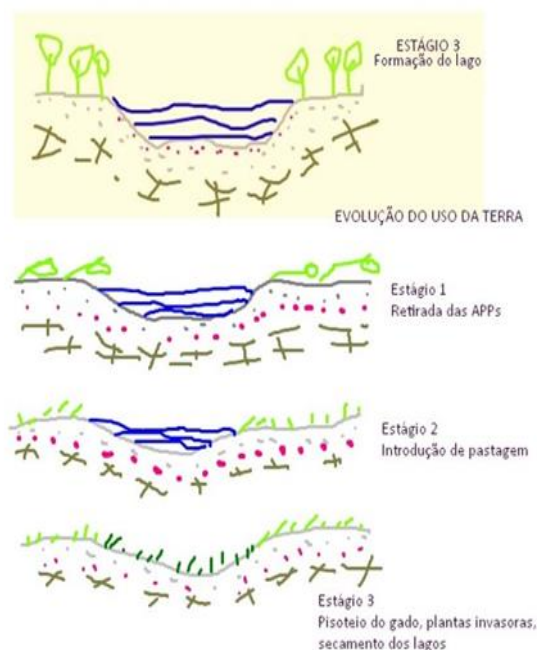
Uso da terra e secamento dos sistemas lacustres



-15922'54.01" / -51903'22.06 w

VIEIRA, A.G.N, 2021.

Sistemas lacustres e uso da terra na baixa BHRV

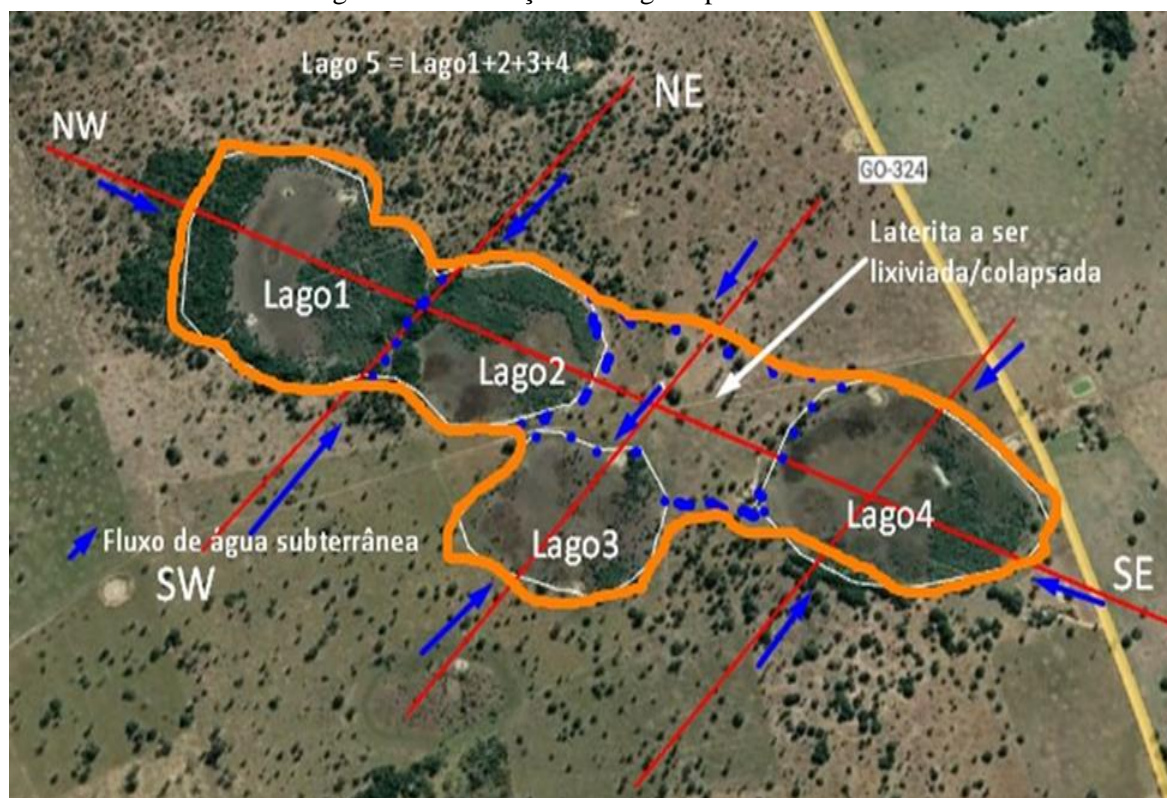


Fonte: A autora (2021)

No caso da Figura 18, inicia-se o processo de antropização desses lagos pela atividade agropecuária. O estágio 1 corresponde à evolução do uso da terra, com a retirada da cobertura vegetal, via desmatamento. No estágio 2, ocorre a substituição por pastagem e, como consequência, a degradação das APPs. Finalmente, no estágio 3, há pisoteio do gado, plantas invasoras e escassez, secamento e morte dos lagos.

Diante desse quadro, são apresentados, para os sistemas lacustres, dois processos operantes em sua evolução, considerando que os lagos do tipo 1 são pequenos e arredondados e os lagos do tipo 2, são maiores e alongados. Os lagos do tipo 1 mostram uma evolução associada a processos incipientes de dissolução das lateritas, subsidência e formação dos lagos 1, 2, 3 e 4, distintos e arredondados. Já os lagos do tipo 2, resultantes da adição dos lagos 1, 2, 3 e 4, formam finalmente um único e distinto lago, de número 5, com formato estirado/alongado com direção preferencial NW- Noroeste, proveniente da influência do sistema de fratura e falhas, dos processos de dissolução e estágio final de coalescência (ajuntamento) dos lagos, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Formação dos lagos tipo 2 na BHRV

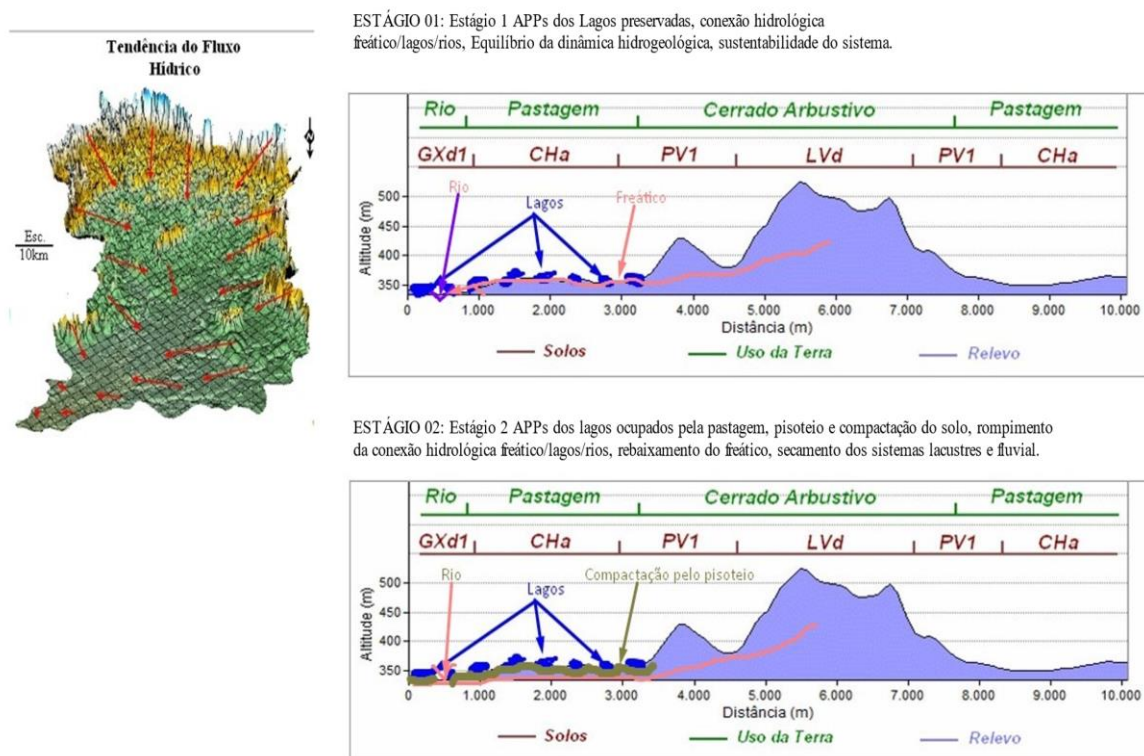


Fonte: A autora (2021)

Segundo esta análise, a relação determinante de nascimento, secamento/ morte dos lagos antropizados pelo uso e pela ocupação das APPs por pastagem tem, como consequência direta e imediata, a escassez e secamento dos lagos — situação que atinge ambos os modelos apresentados.

Importa destacar que no estágio 1, relativo ao nascimento e à formação dos lagos, há uma conexão com o lençol freático, ocorrendo a transmissão de água por um lado e por outro, ou seja, há entrada de água do lençol freático para os lagos e destes para os rios em uma troca constante. Numa dinâmica bem diferente, no estágio 2, com as APPs dos lagos já usadas e ocupadas por pastagem, verificamos a redução do tamanho dos lagos e do espelho d'água e finalmente escassez e secamento das águas em decorrência do excessivo pisoteio do gado que provoca a compactação do solo e o rebaixamento do lençol freático, impedindo que haja a conexão do lençol freático com os lagos e destes com os rios e vice-versa. Isso reflete na diminuição das águas dos rios, acrescida de processos erosivos, como retirada do solo e assoreamento proveniente do desmatamento da vegetação nativa. A Figura 20 expõe o modelo explicativo de nascimento e da morte dos lagos decorrente da ocupação ilegal das APPs, associado com modelo de tendência de fluxo hídrico.

Figura 20 – Modelo explicativo do nascimento e da morte dos lagos



Fonte: A autora (2021)

Discussões

Com base no que foi apresentado neste artigo, propõem-se novas discussões acerca da temática abordada, com ênfase nos seguintes tópicos:

- A situação do uso e da ocupação das APPs de lago afeta todo o sistema hídrico e lacustre da BHRV, resultando diretamente em escassez e o secamento das águas.
- A situação de degradação e de uso e ocupação das APPs por pastagem na BHRV, em razão da repercussão no ecossistema, têm o potencial de irradiar seus efeitos para todo o Cerrado goiano, considerando que essa é seja uma área representativa da dinâmica hídrica desse bioma.
- A atividade agropecuária estabelecida na região, com ênfase na criação de gado de forma extensiva, com rebanho solto no pasto e com acesso livre aos lagos, causa impacto direto sobre os lagos, provocando desequilíbrio na dinâmica do sistema hidrológico e em todo o ecossistema.
- O uso e a ocupação ilegais das APPs de lagos afetam diretamente o sistema lacustre dos lagos, notadamente o do Lago dos Tigres, em Britânia, que enfrenta a escassez e secamento de suas águas.

- A responsabilidade ambiental em preservar e proteger as APPs, em conformidade com a legislação ambiental, deve se basear na eficiência na fiscalização, no monitoramento e na recuperação das APPs, além da punição do infrator que usa e ocupa ilegalmente essas áreas.
- A gestão ambiental pelas autoridades públicas locais deve considerar efetivamente o cumprimento do Código Florestal Brasileiro, tendo como principal foco de atuação a preservação das APPs. Isso só será possível mediante a implementação de políticas públicas que envolvam governo, sociedade e os setores produtivos.

Considerações

A pesquisa permitiu verificar que, no decorrer dos anos, a quantidade de lagos foi diminuindo: eram 4.698 em 1985, 4.251 em 2012 e 4.023 em 2020. Esses lagos vêm sendo severamente impactados pelo uso e pela ocupação ilegais de suas APPs, e a maioria acaba sofrendo escassez e secamento de suas águas.

Cerca de 5.000 hectares de APPs de lagos foram usadas e ocupadas por pastagem no período de 1985 a 2023, com influência direta no estado de degradação dessas áreas, impactando na diminuição do seu fluxo hidrológico e provocando o secamento hídrico do Lago dos Tigres no município de Britânia.

O uso e a ocupação de APPs de lago por pastagem favorecem a degradação ambiental de todo o ecossistema no qual elas estão inseridas, principalmente por causa de desmatamento de vegetação nativa, pisoteio do gado, processos erosivos e assoreamento que afetam a capacidade de abastecimento e reabastecimento de água, aumentando o risco de escassez e secamento dos rios e lagos.

A evolução histórica de uso e ocupação da BHRV e os impactos diretos nas APPs dos lagos foram determinantes para a diminuição e extinção dos lagos, bem como para a retração da superfície de inundação com a redução do tamanho dos lagos e da quantidade de suas águas. Isso é corroborado pelos dados do MapBiomas de 2024, que mostram a série temporal da superfície d'água do Ribeirão Água Limpa, berço do Lago dos Tigres, revelando que, entre 1985 e 2023, houve uma redução de 152 hectares de lâmina d'água, o que corresponde a 27,63%.

O sistema lacustre do Rio Vermelho é formado por lagos com áreas menores que 20 hectares, com APPs de 50 metros, conforme estabelecido legalmente. Os lagos, em sua maioria, ficam dentro de imóveis rurais, integrando o sistema produtivo pecuário, sem

fiscalização e sem monitoramento, o que propicia o uso e a ocupação ilegais de suas APPs por pastagem, que serve de alimento para o gado.

Diante disso, torna-se necessário, primordialmente, o cumprimento da lei, a proteção e preservação das APPs de rios e lagos, no intuito de impedir o uso e a ocupação ilegais de suas áreas, resguardando sua importante função protetiva do equilíbrio ecossistêmico — objetivos que podem ser alcançados com medidas protetivas e efetivas do poder público, no que se refere ao monitoramento, à fiscalização e à recuperação das APPs.

Referências

AMORIM, I.; HOMMA, A. K. O. Evolução do desmatamento e do passivo ambiental em projeto de assentamento de reforma agrária no sudeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-31, 2020.

ARANTES, A. E. **Caracterização biofísica e potencial à intensificação sustentável da pecuária brasileira em pastagens**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CORALINA, Cora. Rio Vermelho. *In*: CORALINA, Cora. **Poemas dos becos de Goiás e estórias mais**. São Paulo: Global, 1996. p. 80-81.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico de pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa, 2014.

DOMINGUES, A. L.; MIRANDA, L. S.; BURIOL, G. A.; LIPP NISSINEN, K. H. **Delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) de lagoas**: uma proposta metodológica. *In*: SIMPÓSIO PROCESSOS ECOLÓGICOS, RESTAURAÇÃO E ECOVALORAÇÃO EM ZONAS RIPÁRIAS. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/areas_preservacao/ANAIS_SIMPOSIO_AQUARIPARIA_2012.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; LATRUBESSE, E. M.; MIZIARA, Fausto. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. **Journal of Land Use Science**, v. 11, p. 33-47, 2014.

GOIÁS [Estado]. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho**. Goiás, mar. 2011. Disponível em: <<https://goias.gov.br/meioambiente/wp-content/uploads/sites/33/2015/11/cbh-rio-vermelho-proposta-de-instituicao-b74.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of food insecurity in the world 2009**: Economic crises – impacts and lessons learned. Roma: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

HOUGHTON, R.A. The worldwide extent of land-use change. **Bioscience**, v. 44, p. 305-315, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>>. Acesso em: 21 maio 2021.

LAURANCE, W. F., BALMFORD, A. A global map for road building. **Nature**, v. 495, n. 7441, p. 308-309, 2013.

LIPP-NISSINEN, K. H.; DOMINGUES, A. L. **Monitoramento de áreas de preservação permanente próximas a culturas de arroz irrigado em regiões de vulnerabilidade ecoclimática no estado do Rio Grande do Sul**: projeto piloto no município de Mostardas. Relatório Parcial de Pesquisa – Fase III, Fepam, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/areas_preservacao/Relatório_Delim_APP_Lagoa_dos_Gateados_maio2012.pdf>. Acesso em: 17 de nov. de 2022.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e reno-vação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa; CNPQC, 2000.

MACIEL, L. G. Meio ambiente ecologicamente equilibrado: o problema da eficácia das reservas legais e áreas de preservação permanente. *Constituição e Democracia*, Brasília, DF, v. 29, p. 15, 2009.

MAPBIOMAS. **MapBiomias Coleção 9.0**: dados geoespaciais sobre cobertura e uso do solo no Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/colecao-9>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, B. A agropecuária e do desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. *In*: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. (ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

MURO, S. M. Legislação ambiental e a dinâmica do uso da terra. **Revista de Direito Ambiental**, v. 18, n. 70, p. 29-45, 2013.

MURO JÚNIOR, A. **Proposta de implementação de legislação ambiental, através de políticas de controle de poluição atmosférica, por meio de sistemas de monitoramento passivo**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

RIO Vermelho. Intérprete: Marcelo Barra. Compositor: Manoel Amorim Félix de Souza. *In: Somos Goiás*. Intérprete: Marcelo Barra. Gravação independente, 1995. 1 CD, faixa 14 (4 min).

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A.C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem. *In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E.* (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Editora UFSM, 2011.

SMITH, W. S.; SILVA, F. L.; BIAGIONI, R. C. Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 22, p. 1-20, 2019.

SANTOS, P. S. **Caracterização e mapeamento biofísico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Vermelho a partir de dados remotamente sensoriados**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SILVA, J. R. **Dinâmica do carbono em solos sob áreas de pastagens no Bioma Cerrado**-Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.

VIEIRA, P. **Dinâmica de ocupação, vulnerabilidades e cenários para a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás-GO**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia 2013.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 385-400, 2014.

WATSON, J. E. M., DUDLEY, N., SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67-73, 2014.

4.4 Artigo 3

PASTO LEGAL: ANÁLISE DO USO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PARA PASTAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS E JURÍDICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERMELHO

Arlete Gomes do Nascimento Vieira

Resumo: Este artigo apresenta o “Pasto Legal” como programa de política pública para preservar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e promover a sustentabilidade ambiental da atividade pecuária, destacando suas repercussões ambientais e jurídicas decorrentes do uso e a ocupação ilegais de APPs ao longo de rios e lagos, propiciando a formação de pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho. O estudo evidencia como a exploração dessas áreas pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas. Além disso, são discutidas as possíveis contradições nas declarações contidas no Cadastro Ambiental Rural na Bacia do Rio Vermelho, já que muitos proprietários de terra não seguem as regulamentações ambientais, resultando em incongruências que dificultam a efetividade das políticas de conservação. A pesquisa alerta para a necessidade de uma abordagem integrada que concilie a produção agropecuária com a proteção ambiental, visando a uma gestão mais sustentável das áreas de preservação.

Palavras-chave: Pasto Legal. Código Florestal Brasileiro. Pastagem. Áreas de Preservação Permanente. Cadastro Ambiental Rural.

CONFLICTS IN THE LEGAL PASTURE: ANALYSIS OF THE USE OF PERMANENT PRESERVATION AREAS IN THE PASTURE AND THEIR ENVIRONMENTAL AND LEGAL IMPLICATIONS IN THE RIVER VERMELHO WATER BASIN

Abstract: This article presents “Pasto Legal” as a public policy program to preserve Permanent Preservation Areas (APPs) and promote the environmental sustainability of livestock activity, highlighting its environmental and legal repercussions arising from the illegal use and occupation of APPs along rivers and lakes for pasture formation in the Rio Vermelho Hydrographic Basin. The study highlights how the exploitation of these areas can compromise the quality of water resources, biodiversity and the integrity of ecosystems. Furthermore, possible contradictions in the statements provided in the Rural Environmental Registry (CAR) in the Rio Vermelho basin are discussed, where many landowners do not follow environmental regulations, resulting in inconsistencies that hinder the effectiveness of conservation policies. The research highlights the need for an integrated approach that reconciles agricultural production with environmental protection, aiming for a more sustainable management of conservation areas.

Keywords: Pasto Legal. Brazilian Forest Code. Pasture. Permanent Preservation Areas. Rural Environmental Registry.

CONFLICTOS EN LOS PASTOS LEGALES: ANÁLISIS DEL USO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN PERMANENTE EN LOS PASTOS Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES Y JURÍDICAS EN LA CUENCA DEL RÍO VERMELHO

Resumen: Este artículo presenta “Pasto Legal” como un programa de política pública para preservar Áreas de Preservación Permanente (APP) y promover la sostenibilidad ambiental de la actividad ganadera, destacando sus repercusiones ambientales y legales derivadas del uso y ocupación ilegal de APP a lo largo de ríos y lagos para pasto. formación en la Cuenca Hidrográfica del Río Vermelho. El estudio destaca cómo la explotación de estas áreas puede comprometer la calidad de los recursos hídricos, la biodiversidad y la integridad de los ecosistemas. Además, se discuten posibles contradicciones en las declaraciones contenidas en el Registro Ambiental Rural (CAR) de la cuenca del Río Vermelho, donde muchos propietarios no siguen las normas ambientales, resultando en inconsistencias que dificultan la efectividad de las políticas de conservación. La investigación destaca la necesidad de un enfoque integrado que concilie la producción agrícola con la protección del medio ambiente, apuntando a una gestión más sostenible de las áreas de conservación.

Palabras clave: Pasto Legal. Código Forestal Brasileño. Pastar. Áreas de Preservación Permanente. Registro Ambiental Rural.

Introdução

O Pasto Legal é uma proposta prática e objetiva de efetivamente levar legalidade para a atividade pecuária, no que diz respeito à proteção dos recursos naturais e ao combate ao uso ilegal das Áreas de Preservação Permanente (APPs) para formação de pastagem, em cumprimento ao que determina o Código Florestal Brasileiro, buscando promover a sustentabilidade ambiental no uso desses recursos (Sachs, 2008) e fomentar políticas públicas que promovam a proteção e recuperação dessas áreas de vital importância para a preservação e proteção do ecossistema natural (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013).

Fatores que se mostram preponderantes na perda significativa de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, e que poderão interferir na dinâmica das funções ecossistêmicas, são a rápida expansão e a gestão insustentável das culturas agropecuárias. Aproximadamente 40% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) dos últimos dois séculos e cerca de 20% das emissões desse mesmo gás na década de 1990 se originaram de mudanças no uso e na ocupação dos solos, principalmente as relacionadas à abertura de espaços para cultivo pelo desmatamento (Fearnside, 2002; Dias, 2010).

O Pasto Legal é fruto do cumprimento da lei ambiental, fazendo uso e aproveitamento racional dos recursos naturais, sob a gestão de políticas públicas positivas. Essa afirmação

instiga uma enormidade de questionamentos jurídicos e ambientais acerca da legalidade da pastagem que serve de alimento para os rebanhos bovinos, principalmente no caso em estudo, do uso e da ocupação ilegais das APPs por pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV).

A situação constatada nesta pesquisas é representativa do que ocorre no bioma Cerrado goiano — considerado um *hotspot* de biodiversidade —, onde determinadas áreas incluem APPs que são fundamentais para proteger o ambiente contra a degradação (Myers *et al.*, 2000), em conformidade com o que estabelece o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), que determina que APPs são áreas protegidas por lei que cumprem uma função relevante de preservação e proteção do ecossistema em razão da sua importância ecossistêmica (Maciel, 2009).

No entanto, o desrespeito à legislação ambiental é frequente, a exemplo do que ocorre em APPs de rios e lagos da BHRV, que são ilegalmente ocupadas por pastagem e sofrem os impactos negativos da agropecuária predatória. Os dados coletados entre 1985 e 2023 constituem amostra representativa dessa situação, com o desmatamento de vegetação nativa e a substituição dela por pastagem. O uso e a ocupação de APPs de forma ilícita afetam os recursos hídricos, provocando escassez de água e secamento dos rios e lagos e causando prejuízos para todo o ecossistema — situação ignorada pelo poder público, que tem descumprido a legislação ambiental quando atua de forma omissa ou ineficiente na defesa do meio ambiente quando deveria zelar pela aplicação das leis, normatizando, orientando, fiscalizando e punindo o infrator ambiental.

O processo de uso e ocupação da terra pelas atividades agropecuárias foi intensificado a partir de 1985 na BHRV (Teixeira Neto, 2011) com o desmatamento da cobertura vegetal nativa para introdução da agricultura, a mudança de uso de lavoura para pastagem — até então, praticava-se a pecuária de pastagem natural — e o avanço sobre as áreas de APPs e de Reserva Legal (Castro, 2014) que afetaram principalmente a dinâmica hidrológica do sistema fluvial e lacustre (Silva, 2021).

Nesta pesquisa foi detectado que aproximadamente 50% de APPs de rios foram degradadas pela ocupação por pastagem entre 1985 e 2023, com influência direta na quantidade e no tamanho dos lagos, que tiveram uma diminuição constante ao longo desse período, o que repercutiu em escassez e secamento dos lagos e rios dentro da BHRV. Também se constatou que o Cadastro Ambiental Rural (CAR) pode conter informações inverídicas e contraditórias, colocando em risco sua condição de subsidiar reparações ambientais por meio do Programa de Recuperação Ambiental (PRA), indicado como principal

ferramenta para realizar o diagnóstico ambiental brasileiro e executar a reparação do passivo ambiental detectado (Rodríguez; Rodríguez-Clark; Oliveira-Miranda, 2011).

Há que se considerar a atual emergência climática global diante dos eventos climáticos extremos, como aquecimento, enchentes, secas, inundações, poluição de potencialidade catastrófica — consequências da massiva atividade antrópica de degradação do ar, do solo, da água, da flora e da fauna em benefício de uma atividade econômica lucrativa, do consumismo e do capitalismo (Smith; Silva; Biagioni, 2019; Domingues *et al.*, 2012).

A decisão entre preservar o meio ambiente e manter o nível de consumismo sempre converge em desequilíbrio entre manter a produção econômica capitalista e preservar o meio ambiente, mesmo que isso seja às custas de degradação ambiental (Watson, *et al.*, 2014).

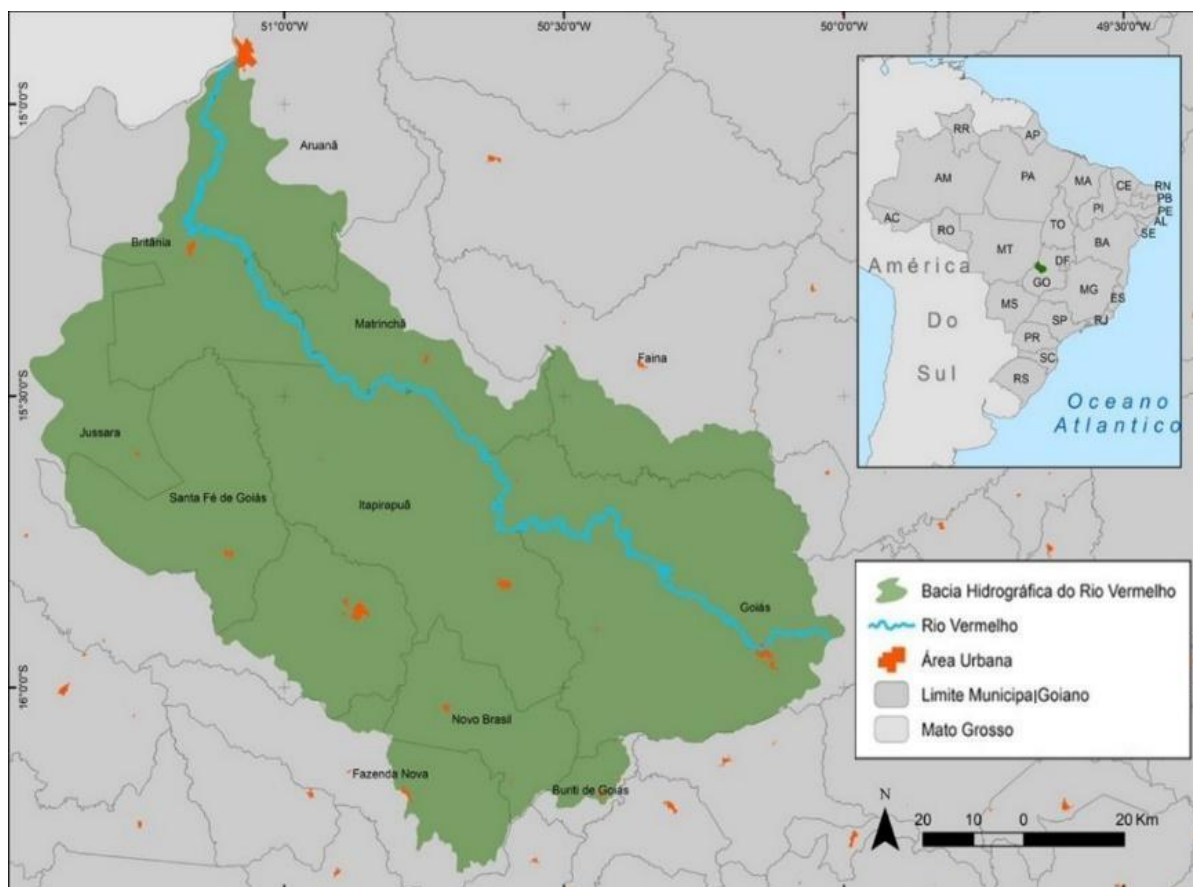
Indubitavelmente, as consequências negativas da degradação ambiental afetam o sistema econômico produtivo (Watson *et al.*, 2014; Maciel, 2009; Muro Júnior, 2013). Por exemplo, o desmatamento de vegetação nativa e o uso e ocupação ilegal de APPs por pastagem provocam a diminuição e escassez de água que é fundamental para o sistema econômico produtivo e para todas as atividades humanas.

Área de estudo

O estudo se concentra na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), inserida na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, na porção centro-oeste do estado de Goiás, com as seguintes coordenadas geográficas: no extremo oeste, com latitude 15°36'00" S e longitude 51°25'00" W, e o extremo leste com latitude 15°36'00" S e longitude 50°04'00" W. A BHRV ocupa uma área de drenagem de aproximadamente 11.000 quilômetros quadrados, o que representa 3,23% da área total do estado, compreendendo parte dos municípios de Goiás, Aruanã, Matrinchã, Britânia, Jussara, Faina, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil e Buriti de Goiás e a totalidade do território do município de Itapirapuã.

A BHRV é delimitada ao norte e a nordeste pela Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, a sudeste pela Serra Dourada e pela Bacia do Rio dos Bois, a sudoeste pela Serra da Bocaina e pela Bacia do Rio Claro, desaguando no Rio Araguaia, no município de Aruanã, como mostra a figura 1.

Figura 1 - Mapa de localização da BHRV



Fonte: A autora (2022)

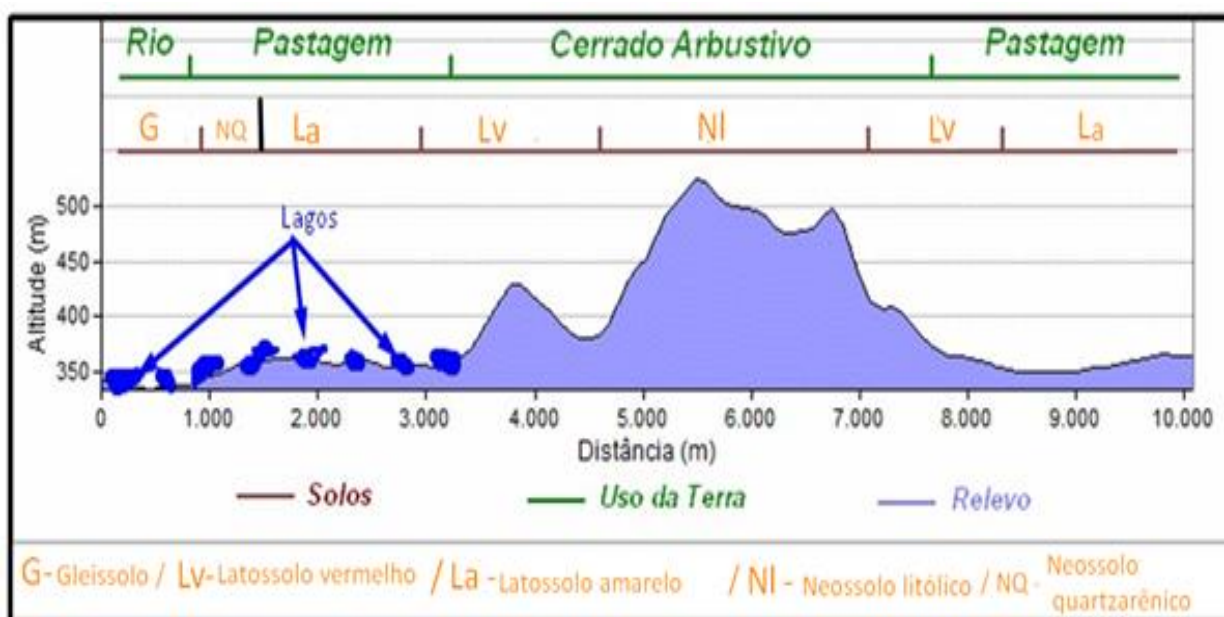
As formações de cobertura e uso da terra na BHRV se estabeleceram em diferentes classes de solo identificadas a partir do *Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia - Trecho Barra do Garças (MT) - Luiz Alves (GO)* realizado por Del'Arco *et al.* (1999) na escala de 1:250.000: cambissolo (31,61%), latossolo vermelho-amarelo (30,01%), neossolo litólico (12,58%), argissolo vermelho-amarelo (9,18%), latossolo vermelho (8,28%), gleissolo (4,27%), neossolo quartzarênico (1,69%), argissolo vermelho-escuro (0,92%), latossolo roxo (0,91%) e plintossolo (0,54%). Essa diversidade de classes de solos está diretamente relacionada à variabilidade existente nas formações geológicas, a exemplo do Maciço de Goiás (granito-gnaisses e *greenstone belts*). Os gnaisses, paleoproterozóicos, e granitos, neoproterozóicos, concentram-se na porção oeste da Bacia, além da cobertura detrítico-laterítica que acompanha os principais rios (Uva, Itapirapuã e Vermelho). Na região norte, onde há formação de uma extensa planície, ocorre uma cobertura de sedimentos arenosos de composição quartzosa, conhecida como Formação Araguaia (Vieira, 2013).

Constatou-se que os relevos planos e solos do tipo latossolo preponderaram no avanço da pastagem e sistema lacustre, desenvolvido com a formação de diversos lagos com suas APPs

também usadas e ocupadas por pastagem. Em regiões onde a topografia é mais acidentada predomina a vegetação nativa em detrimento das outras ocupações.

Há uma correlação entre essas características, tipologia de solo, vegetação nativa e pastagem, certamente explicando a tomada de decisão acerca de cobertura e uso da terra na BHRV, visto que o uso e a ocupação das APPs por pastagem podem ser facilitados em tipos de solo profundos e relevo menos acidentado (Vieira; Ferreira; Ferreira, 2014), como se observa na figura 2.

Figura 2 - Exemplo hipotético de perfil esquemático (transecto), relacionando informações sobre a cobertura e uso da terra, solos e morfometria do relevo



Fonte: A autora (adaptada de Santos, 2014, p. 47)

Bases de dados e procedimentos de análise

Fundamentou-se as análises em dados e informações obtidas nas seguintes fontes de pesquisa:

- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (BHRV), obtido no portal de dados da Agência Nacional de Águas (ANA).
- Rede de drenagem do estado de Goiás, na escala 1:100.000, obtida no Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (Sieg).
- Mapas de uso do solo do projeto Map Biomas, que emprega os mosaicos de imagens Landsat 5 e 8, em geral referentes ao mês de julho de cada ano.

- Cadastro Ambiental Rural das propriedades analisadas, obtido na plataforma Sistema de Informações do Cadastro Ambiental Rural (Siscar).
- Imagens fotográficas obtidas em campanhas de campo.
- Campanhas de campo realizadas no período de 2019 a 2023.
- Imagens aéreas capturadas por veículo aéreo não tripulado (vant) entre 2019 e 2023.
- Referencial bibliográfico.

Primeiramente, desenvolveu-se a análise da integridade das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, associada à classe de uso “pastagem” para o período de 1985 a 2023, com as seguintes fases executada: coleta de dados em campo, VANT modelo RPAS eBee Plus RTK e receptor geodésico de dupla frequência, VANT modelo Matrice 210 para obtenção de imagens aéreas bem pontuais e dados do MapBiomas; imagens Landsat 5 e 8; dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural das propriedades selecionadas e utilização de software ArcGis.

Utilizamos a rede de drenagem oficial do estado de Goiás, na escala 1:100.000, feito o recorte para o limite da BHRV e submetido à criação de zona tampão ou *buffer* de 50 metros no entorno de lagos e lagoas naturais (com exceção de lagos com superfície maior que 20 hectares, quando o Código Florestal determina 100 metros de faixa de APPS). O *buffer* da drenagem considerou, portanto, 30 metros para os cursos d’água (rios) e 50 metros para áreas de lagos em toda a Bacia.

A partir do cálculo de geometria com Sistema de Informações Geográficas (SIG), definimos as áreas de APPs preservadas e as áreas a serem recuperadas (degradadas), ou seja, as áreas usadas e ocupadas em sua maior parte por pastagem e agricultura e demais áreas antropizadas.

O trabalho foi feito com o auxílio de coordenadas de pontos obtidas em campanhas de campo realizadas entre setembro de 2019 e novembro de 2023. Foi necessário separar rios e lagos para respeitar as determinações do CFB. A mesma metodologia foi utilizada para verificar o uso e a ocupação de APPs por pastagem nas propriedades rurais selecionadas, nos municípios de Itapirapuã, Britânia e Goiás, com dados conjugados do MapBiomas.

Na sequência, empregando imagens do satélite Landsat 5 e 8, fez-se a classificação do uso do solo nos períodos correlatos, com recorte de 50 metros para APPs de lagos, respaldados nas informações coletadas *in loco* nas campanhas de campo. Identificamos as APPs de lagos usadas e ocupadas por pastagem durante os respectivos períodos, o que possibilitou a confecção de mapas de uso e ocupação do solo, mapas de APPs de lagos com a

identificação de APPs preservadas e degradadas pelo uso e pela ocupação ilegais por pastagem.

Nas propriedades selecionadas foi analisado o Cadastro Ambiental Rural somente quanto à condição das APPs declaradas pelo proprietário. As declarações das propriedades selecionadas foram avaliadas e comparadas com a situação de real das APPs e com as observações das campanhas de campo, o que tornou possível constatar as discrepância entre o declarado de APPs e o que existe de fato nas propriedades com o cruzamento dos dados do CAR dessas propriedades e das imagens aéreas obtidas com o uso do vant.

A partir dessas análises e trabalhos executados durante a pesquisa, elaboramos mapas de uso da terra, mapas de APPs de rios e lagos com a identificação de APPs preservadas e degradadas pelo uso e pela ocupação ilegais por pastagem, conjugadas com suas consequências e repercussões ambientais e jurídicas apresentadas.

As mudanças no Código Florestal Brasileiro

O Código Florestal Brasileiro (CFB) de 1934, instituído pelo Decreto nº 23.793/34 (Brasil, 1934a) e sancionado pelo então presidente Getúlio Vargas, foi o primeiro Código a tratar da preservação das florestas brasileiras, com o ineditismo inclusive no nome. Foi gestado no contexto histórico peculiar da crise econômica mundial de 1929, com a quebra da Bolsa de Valores de Nova Iorque que repercutiu em todo o mundo. Naquele momento, o governo brasileiro sentiu a necessidade de fomentar a industrialização brasileira como solução para a grave crise econômica, principalmente nas siderúrgicas e metalúrgicas, que demandariam matérias-primas, como madeira e minerais, e o controle pelo governo de sua exploração (Santos Filho *et al.*, 2015).

A proteção e preservação da natureza na agenda governamental brasileira foi um reflexo da política desenvolvimentista do governo Getúlio Vargas. Segundo Medeiros (2006), foi nesse cenário, especificamente em 1934, que as principais normas legais que propiciaram a criação das primeiras áreas de proteção foram criadas, entre elas o Decreto nº 23.793/34 — Código Florestal (Brasil, 1934a), o Decreto nº 24.643/34 — Código de Águas (Brasil 1934b), o Decreto nº 23.672/34 — Código de Caça e Pesca (Brasil, 1934c), e o Decreto nº 24.645/34, que dispunha sobre a de proteção aos animais (Brasil, 1934d).

Portanto, o CFB de 1934 teve a grande importância de estabelecer a hegemonia e o controle das florestas e do solo brasileiro em um momento que requeria fortalecimento econômico, maior exploração de matérias-primas para a emergente indústria brasileira e

estabelecimento de compatibilidade entre a exploração, preservação dos recursos naturais e controle governamental.

Nele, as florestas foram classificadas em quatro tipos:

a) protetoras: aquelas que, por sua localização, servirem para conservar o regime das águas, evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais, fixar dunas, auxiliar na defesa das fronteiras, assegurar condições de salubridade pública, proteger sítios que por sua beleza mereçam ser conservados e asilar espécimes raros da fauna indígena.

b) remanescentes: as áreas florestais que formarem os parques nacionais, estaduais ou municipais, aquelas nas quais houver ou se cultivarem espécimes preciosos cuja conservação se considerar necessária por motivo de interesse biológico ou estético, as que o poder público reservar para pequenos parques ou bosques de deleite público.

c) floresta modelo: as artificiais, constituídas apenas por uma, ou por limitado número de essências florestais, indígenas e exóticas, cuja disseminação convenha fazer-se na região.

d) de rendimento: aquelas não enquadradas nas três categorias anteriores (Brasil, 1934a).

No que se refere à exploração florestal, o Código Florestal, estabeleceu 34 situações proibitivas, dentre elas: queimada de campos como processo de preparação para cultivo das lavouras; derrubada de matas em regiões de vegetação escassa que estejam próximas a margens de rios, lagos e estradas que estejam entregues à serventia pública; colheita de subprodutos vegetais de forma que comprometa a vida ou o desenvolvimento natural das árvores utilizadas comercialmente; preparação de carvão ou acendimento de fogos no interior de matas sem as devidas precauções necessárias para evitar incêndios; aproveitamento, como lenha, de essências consideradas de grande valor para outras aplicações mais úteis ou que estejam atualmente em condição rara; corte de árvores em que se hospedarem exemplares da flora que sejam de interesse científico preservar; derrubada de matas que estejam protegidas sob a classificação de florestas protetoras ou remanescentes (Brasil, 1934a).

Também foi estabelecida a criação de reservas florestais que deveriam compreender no mínimo 25% da área total da propriedade e determinada a proteção de áreas florestais de domínio tanto público quanto privado. O Código não previa anistia das multas aplicadas por crimes e infrações ambientais.

O Decreto nº 23.793/34 instituiu o Fundo Florestal, administrado pelo Ministério da Agricultura, que visava à conservação das florestas, sendo constituído por contribuições de empresas, companhias, sociedades, institutos e particulares, interessados na conservação das florestas e de doações por ato entre vivos ou testamento. As importâncias arrecadadas

deveriam ser depositadas no Banco do Brasil ou outro designado pelo Conselho Florestal — criado pela mesma lei —, devendo este ser ouvido pelas autoridades competentes quanto à aplicação dos recursos do Fundo (Brasil, 1934a).

O CFB de 1934 recebeu duras críticas por ser muito dogmático e pouco pragmático, pois, em termos de conteúdo, tinha boas intenções, mas faltou a ele a aplicabilidade prática consubstanciada pelas falhas detectadas, como a falta de delimitação de áreas de preservação e maneiras específicas e eficientes da fiscalização que garantissem a preservação de áreas protegidas como propunha. Embora possa ser considerado “um importante marco ambiental do país, ele ficou apenas no papel, observando o crescimento das cidades e o desenvolvimento industrial, rural e urbano e a degradação das florestas, cenário esse que levou à sua primeira reformulação” (Peres, 2016, p. 24).

O Código sofreu várias alterações até a chegada do novo Código em 1965, instituído pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, destacando-se neste a criação da Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanente (Brasil, 1965). O texto legal determinava:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1 - de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;
 - 2 - de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinquenta metros) de largura;
 - 3 - de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;
 - 4 - de 200 m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 m (seiscentos metros) de largura;
 - 5 - de 500 m (quinhentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 m (seiscentos metros).
- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m (cem metros) em projeções horizontais;
- g) em altitude superior a 1.800 m (mil e oitocentos metros), qualquer que seja a vegetação (Brasil, 1965).

De acordo com o artigo 3º, consideram-se também de preservação permanente, “quando assim declaradas por ato do Poder Público”, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas a atenuar a erosão das terras, fixar as dunas, formar faixas de

proteção ao longo de rodovias e ferrovias, auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico, asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção, manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas e assegurar condições de bem-estar público (Brasil, 1965).

No parágrafo 1º desse artigo fica estabelecido que “a supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social”. E o parágrafo 2º determinava que “as florestas que integram o Patrimônio Indígena ficam sujeitas ao regime de preservação permanente [...] pelo só efeito desta Lei” (Brasil 1965).

No que dizia respeito às reservas florestais, a Lei nº 4.771/65 estabelece, no artigo 16, que “as florestas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente, previstas nos artigos 2º e 3º desta lei, são suscetíveis de exploração, obedecidas as seguintes restrições”:

- a) nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro-Oeste, está na parte sul, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas, desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente;
- b) nas regiões citadas na letra anterior, nas áreas já desbravadas e previamente delimitadas pela autoridade competente, ficam proibidas as derrubadas de florestas primitivas, quando feitas para ocupação do solo com cultura e pastagens, permitindo-se, nesses casos, apenas a extração de árvores para produção de madeira. Nas áreas ainda incultas, sujeitas a formas de desbravamento, as derrubadas de florestas primitivas, nos trabalhos de instalação de novas propriedades agrícolas, só serão toleradas até o máximo de 50% da área da propriedade;
- c) na região Sul as áreas atualmente revestidas de formações florestais em que ocorre o pinheiro brasileiro, "Araucaria angustifolia" (Bert - O. Ktze), não poderão ser desflorestadas de forma a provocar a eliminação permanente das florestas, tolerando-se, somente a exploração racional destas, observadas as prescrições ditadas pela técnica, com a garantia de permanência dos maciços em boas condições de desenvolvimento e produção;
- d) nas regiões Nordeste e Leste Setentrional, inclusive nos Estados do Maranhão e Piauí, o corte de árvores e a exploração de florestas só será permitida com observância de normas técnicas a serem estabelecidas por ato do Poder Público, na forma do art. 15. *Parágrafo único.* Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea "a" deste artigo, com área entre vinte (20) a cinquenta (50) hectares computar-se-ão, para efeito de fixação do limite percentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais (Brasil, 1965).

E ainda dispunha, no artigo 44: “Na região Norte e na parte Norte da região Centro-Oeste enquanto não fôr estabelecido o decreto de que trata o artigo 15, a exploração a corte razo só é permissível desde que permaneça com cobertura arbórea, pelo menos 50% da área de cada propriedade” (Brasil, 1965). Portanto, o CFB de 1965 criou e estabeleceu a Reserva

Legal (RL) e as Áreas de Preservação Permanente (APPs) que deveriam ser preservadas e mantidas pelo Poder Público em terras públicas e nas propriedades privadas — nestas, o Poder Público poderia inclusive fazer a recuperação com florestamento ou reflorestamento se o particular não o fizesse, sem a necessidade de desapropriação, haja vista que o artigo 18 estabelecia o seguinte:

Art. 18. Nas terras de propriedade privada, onde seja necessário o florestamento ou o reflorestamento de preservação permanente, o Poder Público Federal poderá fazê-lo sem desapropriá-las, se não o fizer o proprietário.

§ 1º Se tais áreas estiverem sendo utilizadas com culturas, de seu valor deverá ser indenizado o proprietário.

§ 2º As áreas assim utilizadas pelo Poder Público Federal ficam isentas de tributação (Brasil, 1965).

Existia rigor na fiscalização do pagamento das multas aplicadas pela Lei, que determinava que a transmissão de propriedade nos Cartórios de Registro de Imóveis somente era possível com apresentação de certidão negativa de dívidas referentes a multas previstas nessa Lei ou nas leis estaduais supletivas, como determinava o artigo 37:

Não serão transcritos ou averbados no Registro Geral de Imóveis os atos de transmissão '*inter-vivos*' ou '*causa mortis*', bem como a constituição de ônus reais, sobre imóveis da zona rural, sem a apresentação de certidão negativa de dívidas referentes a multas previstas nesta Lei ou nas leis estaduais supletivas, por decisão transitada em julgado (Brasil, 1965).

O CFB de 1965 não tratou de anistia ou perdão das multas aplicadas por crimes e infrações ambientais; pelo contrário, foi mais rigoroso na efetivação de pagamento. A Lei nº 4.771/65 foi revogada pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil 2012), que instituiu o novo CFB em vigência, no qual se prevê a proteção da vegetação nativa.

O CFB de 2012 ficou em tramitação por mais de 30 anos. Sofreu pressão de ambientalistas e ruralistas e recebeu severas críticas por ser pouco ambientalmente protecionista e demasiado complacente com os setores econômicos do agronegócio e da mineração, principalmente pelas inovações trazidas no artigo 61, que dispõe sobre as áreas consolidadas em APPs, ou seja, a área de imóvel rural com ocupação anterior a 22 de julho de 2008.

A manutenção de atividades agropecuárias em áreas consolidadas é permitida; no entanto, atualmente as APPs continuam sendo usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem. Os dados de nossas pesquisas revelam que aproximadamente 50% de APPs de rios estão ocupadas por pastagem, assim como as APPs de lagos, com conseqüente retração na

quantidade e no tamanho e diminuição da superfície ou lâmina d'água, resultando na redução e no secamento dos lagos no período compreendido entre 1985 e 2023 na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho.

O uso e a ocupação ilegais das APPs de rios e lagos por pastagem na BHRV provoca a degradação dessas áreas e conseqüentemente a perda da função do equilíbrio ecossistêmico que elas exercem. De acordo com o CFB, a APP é uma “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).

As políticas públicas brasileiras adotam uma forma já muito comum de resolver o impasse entre estimular a produção econômica agrícola e preservar o meio ambiente: conceder anistia, ou seja, dispensa do pagamento das multas que punem o descumprimento das obrigações tributárias, visto ser um modo de extinção do crédito pecuniário. Entretanto, na prática ocorre verdadeiro perdão ao infrator ambiental, que fica livre do pagamento das multas, a partir do entendimento de que isso facilita a continuidade produtiva, estimula a produção econômica e preserva o meio ambiente.

Na realidade, essa anistia tem servido apenas para perdoar as multas ambientais, permitindo, com isso, que o infrator continue a degradar sem receber a penalidade minimamente estabelecida pelo CFB, como o pagamento da punição pecuniária estipulada pelo cometimento da infração contra o meio ambiente, já que penalidade de detenção ou prisão, na prática, será convertida em transação penal ou restrição de direitos, conforme determina a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente:

Art. 6º Para imposição e gradação da penalidade, a autoridade competente observará:

I - a gravidade do fato, tendo em vista os motivos da infração e suas conseqüências para a saúde pública e para o meio ambiente;

II - os antecedentes do infrator quanto ao cumprimento da legislação de interesse ambiental;

III - a situação econômica do infrator, no caso de multa.

Art. 7º As penas restritivas de direitos são autônomas e substituem as privativas de liberdade quando:

I - tratar-se de crime culposo ou for aplicada a pena privativa de liberdade inferior a quatro anos;

II - a culpabilidade, os antecedentes, a conduta social e a personalidade do condenado, bem como os motivos e as circunstâncias do crime indicarem que a substituição seja suficiente para efeitos de reprovação e prevenção do crime.

Parágrafo único. As penas restritivas de direitos a que se refere este artigo terão a mesma duração da pena privativa de liberdade substituída (Brasil, 1998).

A anistia ou a dispensa do pagamento da multa por crimes ou infrações ambientais é verdadeiramente o perdão do infrator pelo dano ocasionado ao meio ambiente e um grande estímulo à reincidência e ao descumprimento da legislação ambiental.

Atualmente, a repressão aos crimes e infrações ambientais tem se baseado tão somente na aplicação das multas pecuniárias, visto que o infrator utiliza todos os recursos processuais para se livrar das penalidades impostas, mas, quando as políticas públicas isentam o infrator do pagamento, acabam por prestar um desserviço à preservação e proteção ambiental.

Nesses casos, o infrator ambiental conta com a complacência das políticas públicas em permitir a dispensa do pagamento das multas pecuniárias que elas próprias aplicaram, em prejuízo ao meio ambiente. E quando elas são pagas, não há garantia de que os valores correspondentes serão efetivamente revertidos em preservação e reparação ambiental. Para Petric (2013), a conversão das multas ambientais em ferramenta de preservação e proteção da biodiversidade deve ser a destinação desses recursos.

O Supremo Tribunal Federal (STF), em julgamento histórico sobre a Lei 12.651/2012, abordou o controvertido tema no julgamento conjunto da Ação Declaratória de Constitucionalidade (ADC) 42 e das Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) 4.901, 4.902, 4.903 e 4.937, relacionadas à questão da “anistia” conferida aos proprietários que aderirem ao Programa de Regularização Ambiental (PRA). O julgamento das cinco ações que tratavam do tema foi concluído na tarde de 28 de fevereiro de 2018. Ficou decidido em Plenário, por maioria de votos, que o perdão para produtores rurais que desmataram antes de 2008, fixado em 2012 pelo novo Código Florestal, não compromete a tutela constitucional do meio ambiente porque o benefício depende de uma série de critérios (Pompeu, 2018).

O entendimento da Corte foi de que tal regra não configura anistia, porque os proprietários infratores continuam sujeitos a punição na hipótese de descumprimento dos ajustes firmados nos termos de compromisso e, nesse ponto, ficou decidida a suspensão dos prazos de prescrição e decadência até o cumprimento integral do compromisso feito.

O Código estabelece que aquele que adere ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) não fica sujeito a sanções referentes a infrações cometidas antes do marco temporal de 22 de junho de 2008, ou seja, após a adesão do interessado ao PRA e enquanto estiver sendo cumprido o termo de compromisso, o proprietário ou possuidor de terras não poderá ser autuado por infrações cometidas antes desta data, relativas à supressão irregular de vegetação em APP ou Reserva Legal e de uso restrito, como confirmado nesta decisão histórica do STF.

Em outros julgados do STF sobre a repartição de competência para legislar sobre meio ambiente, o entendimento consolidado é o de que os entes da federação têm competências

legislativas e materiais em matéria ambiental, de modo a reservar à União o protagonismo necessário para a edição de normas de interesse geral e aos demais entes a possibilidade de suplementarem a legislação federal. Em diversas oportunidades, o STF se pronunciou a respeito do tema, afirmando a regra de que a matéria ambiental é disciplina de competência legislativa concorrente, cabendo à União estabelecer as normas gerais e, aos estados, a atribuição de complementar as lacunas da normatização federal, consideradas as situações regionais específicas.

Esses julgados confirmam o entendimento já sedimentado quanto à competência legislativa concorrente em matéria ambiental entre a União, estados e municípios, conforme estabelecido constitucionalmente e ratificado pelo STF. Embora essa condição de competência legislativa concorrente em matéria ambiental entre a União, estados e municípios seja salutar, oportuniza o surgimento de leis estaduais com conteúdo que pode contrariar a preservação e proteção ambiental conforme determinado constitucionalmente e que acabam sendo questionadas suas inconstitucionalidades junto ao STF.

Anistia para crimes ambientais no Código Estadual do Meio Ambiente de Goiás

A anistia trazida pelo CFB influenciou mudança legislativa acerca da anistia de crimes ambientais no estado de Goiás. A Assembleia Legislativa de Goiás (Alego) aprovou, em junho de 2023, o Projeto de Lei (PL) 350/2023, de autoria conjunta do presidente da Alego, Bruno Peixoto (MDB), e do líder do governo, Wilde Cambão (PSD), que alterou regras da política florestal e de reservas em Goiás estabelecidas nos seguintes dispositivos legais: Lei nº 18.102 (Goiás, 2013a), que dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente e respectivas sanções e institui o processo administrativo para sua apuração no âmbito estadual; Lei nº 18.104 (Goiás, 2013b), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás; Lei nº 20.694 (Goiás, 2019), que dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do Estado de Goiás; Lei nº 21.231 (Goiás, 2022), que dispõe sobre a regularização de passivos ambientais de imóveis rurais e urbanos, a compensação florestal e a compensação por danos para regularizar a supressão da vegetação nativa realizada sem a prévia autorização do órgão ambiental competente e a definição dos parâmetros da compensação.

Segundo matéria publicada pelo Jornal Opinião em 11 de junho de 2023, o PL 350/2023 teve sua tramitação na Assembleia

considerada “relâmpago” por setores da sociedade civil, que não puderam participar de audiências públicas sobre o tema, e encontraram o PL aprovado em menos de um mês. De forma conjunta, 21 entidades de proteção ambiental e centenas de pessoas físicas (cientistas, membros do Ministério Público, empresários e outros) assinaram uma carta aberta intitulada “10 ameaças do Projeto de Lei nº 350/23 que promovem grave retrocesso nas regras de proteção ambiental no Estado de Goiás (Wolff, 2023a).

O PL 350/2023 tem dez artigos polêmicos que alteram quatro leis ambientais, modificando principalmente o entendimento sobre a classificação de vegetação nativa do Cerrado a ser protegida, as normas gerais para o Licenciamento Ambiental, a regularização de multas e passivos ambientais e o cadastro ambiental de áreas rurais. A ele foram feitas severas críticas de juristas e ambientalistas que entendem que essas modificações representam um salvo conduto para mais desmatamento no Cerrado, apontado como um dos biomas mundiais mais afetados e com sério risco de extinção. Em termos de desmatamento, perde apenas para o Bioma Amazônico.

Um dos artigos polêmicos e principal ponto de discordância é o artigo 4º do PL, que trata da suspensão automática de embargos, interdições ou multas por meio da assinatura de um Termo de Compromisso Ambiental (TCA), além de implantar a anistia a qualquer crime ambiental do gênero cometido anteriormente a 27 de dezembro de 2019, colocando essa data como referência na possibilidade de requerimento de licença ambiental corretiva. Nesse ponto, o PL 350/2023 atrita com o CFB, que estabelece que aquele que adere ao PRA não fica sujeito a sanções referentes a infrações cometidas antes do marco temporal de 22 de junho de 2008. Portanto, os legisladores goianos resolveram ser mais complacentes ainda com os infratores ambientais, criando um aparente conflito da norma federal com a estadual, mas isso pode provavelmente não ser reconhecido se forem apresentados, ao Judiciário, argumentos idênticos aos expostos no julgamento conjunto da ADC 42 e das ADIs 4.901, 4.902, 4.903 e 4.937, anteriormente citadas. Isso porque o STF entendeu que o desmatamento feito por produtores rurais antes de 2008, prazo fixado pelo Código Florestal de 2012, não compromete a tutela constitucional do meio ambiente porque o benefício depende de uma série de critérios estabelecidos pela Lei — no caso do PL 350/2023, o Termo de Compromisso Ambiental (TCA).

O PL 350/23 foi sancionado pelo governador Ronaldo Caiado (União Brasil) em 15 de junho de 2023 e as leis alteradas entraram em vigência, aumentando a preocupação com o atual cenário de degradação da vegetação nativa do Cerrado goiano, visto que as novas regras legais preveem que a regularização das áreas desmatadas ilegalmente antes de 2019 poderá ser realizada mediante compensação ambiental na vegetação degradada dentro ou extra

propriedade ou ainda em dinheiro, para depósito em fundo específico de natureza incerta, podendo ser direcionado para outras pastas diferentes da ambiental — tudo agora estabelecido mediante o TCA.

Outro ponto preocupante é que foi criado o Cadastro Ambiental Rural Estadual na intenção questionável de dar maior celeridade ao procedimento no estado, sob o argumento de que o CAR federal, sozinho, não consegue realizar isso. No entanto, vale lembrar que o estado de Goiás, desde 2012, foi um dos estados com menos validações pelo CAR. Em área, o Pará é o estado com maior pendência (35,1 milhões de hectares), seguido pelo Amazonas (9,9 milhões), Mato Grosso (6,7 milhões) e Goiás (5,8 milhões). Todos os demais estados apresentam pendências abaixo de 2 mil hectares. Goiás é o segundo estado com maior número de processos pendentes: são 24.573 (Wolff, 2023b).

Cadastro Ambiental Rural e suas divergências

O Cadastro Ambiental Rural, instituído pelo Código Florestal Brasileiro, é um registro público e compulsório gerenciado pelo governo federal com execução das suas medidas pelos estados com a finalidade de identificar as áreas ambientais que devem ser preservadas e protegidas em cumprimento à legislação ambiental vigente, que determina que toda propriedade e posse rural deve obrigatoriamente ser inscrita no CAR, com a identificação de APPs de uso restrito, de Reserva Legal, de remanescentes de florestas e demais formas de vegetação nativa, e das áreas consolidadas, compondo base de informações para controle, monitoramento e planejamento ambiental, na intenção de avaliação dos passivos ambientais existentes e sua recuperação de acordo com o PRA.

Em nossa pesquisa sobre o uso e a ocupação ilegais de APPs por pastagem, verificamos que as informações contidas no CAR sobre propriedades rurais selecionadas para estudo nas porções da alta e baixa BHRV, quando confrontadas com imagens da situação real dos imóveis cadastrados, capturadas por vant, são contraditórias e inverídicas.

A alta bacia da BHRV apresenta as seguintes características: solo raso, relevo acidentado, com pouca mecanização, pequenas propriedades, prática da pecuária leiteira, agricultura familiar e existência de remanescentes de vegetação nativa. Indicamos, nesse segmento da Bacia, o município de Goiás, onde, de forma aleatória, foram analisadas três propriedades rurais.

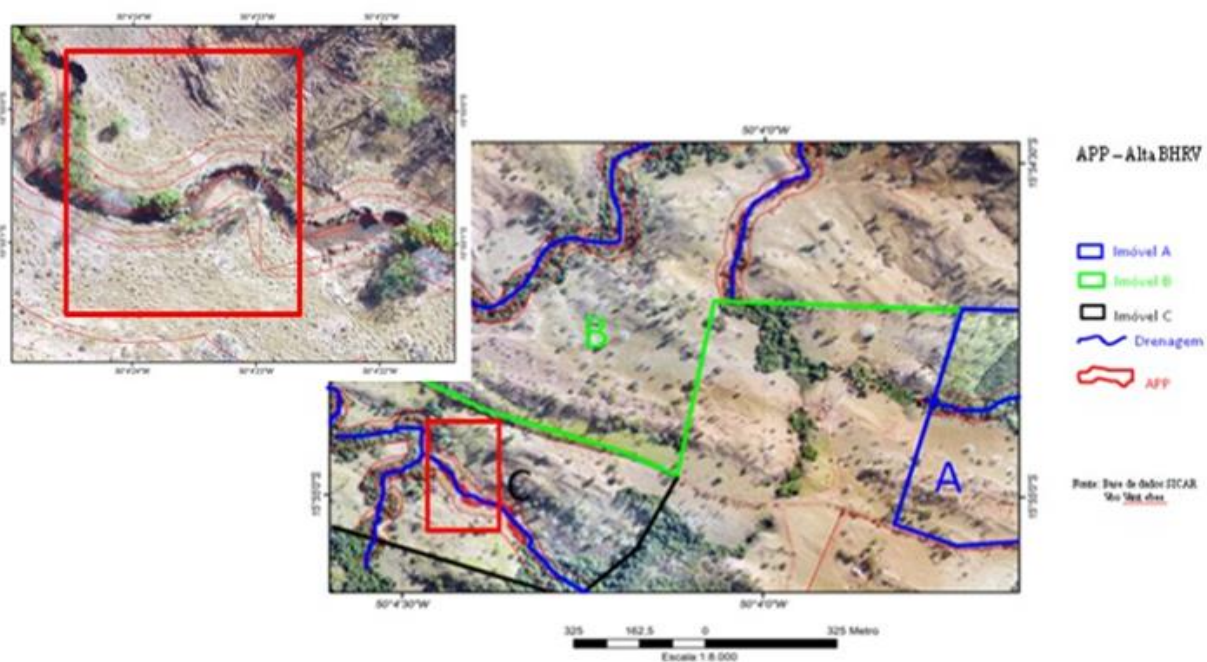
Fizemos checagem e cruzamento de dados de APPs e de cobertura vegetal protegida declarados ao CAR, obtidos em consulta ao Sistema de Informação de Cadastro Rural (Sicar),

e imagens aéreas capturadas por vant durante a investigação. Esse processo nos permitiu verificar a consistência das informações prestadas ao CAR e constatar que as declarações são contraditórias e inverídicas.

Considerando que o estado de Goiás é o segundo estado com maior número de processos pendentes no CAR – são 24.573 (Wolff, 2023b) –, fica evidente o esforço que deverá ser feito na repressão e punição aos declarantes de informações falsas ou inverídicas. Nas propriedades investigadas, percebemos que áreas declaradas no CAR como APPs na realidade estão sendo usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem, como se observa nas figuras 3 e 4.

A figura 3 reúne imagens dos imóveis A, B e C, cujos limites correspondem aos contornos azul, verde e preto, respectivamente. As marcações em vermelho dentro desses imóveis mostram áreas de APPs degradadas e ocupadas ilegalmente por pastagem.

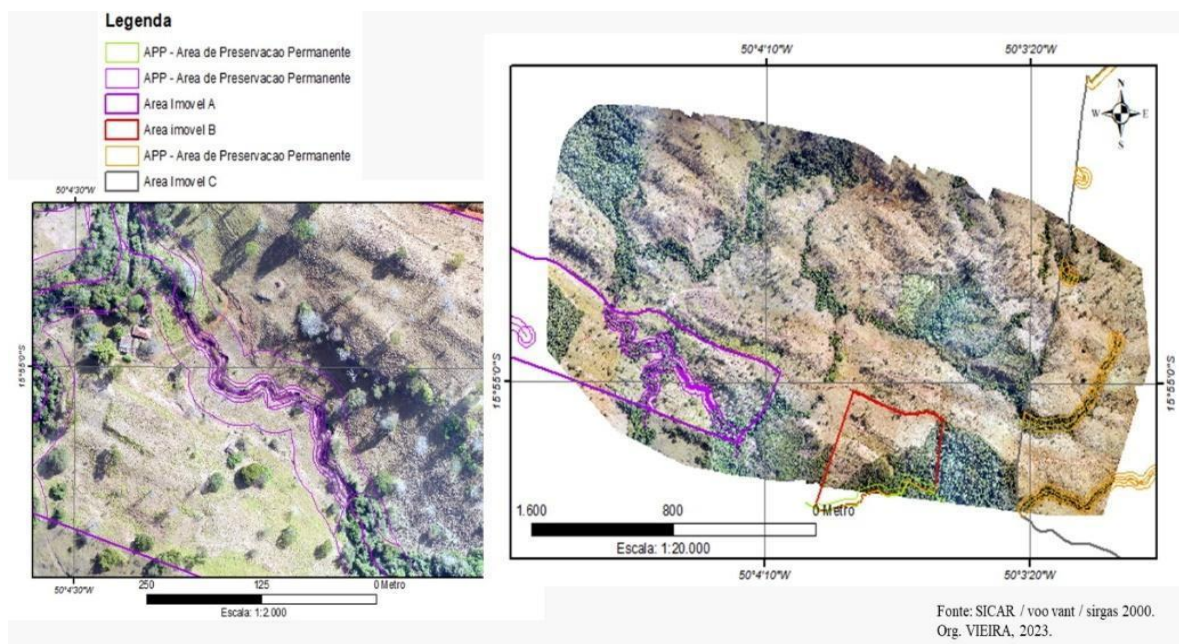
Figura 3 - Imagens dos imóveis A, B e C com limites marcados em azul, verde e preto



Fonte: A autora (2023)

A figura 4, que reúne imagens dos imóveis A, B e C, mostra áreas declaradas como APPs, mas que na realidade estão sendo usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem, em discordância com as declarações contidas no CAR.

Figura 4 – Imagens dos imóveis A, B e C com áreas ocupadas por pastagem

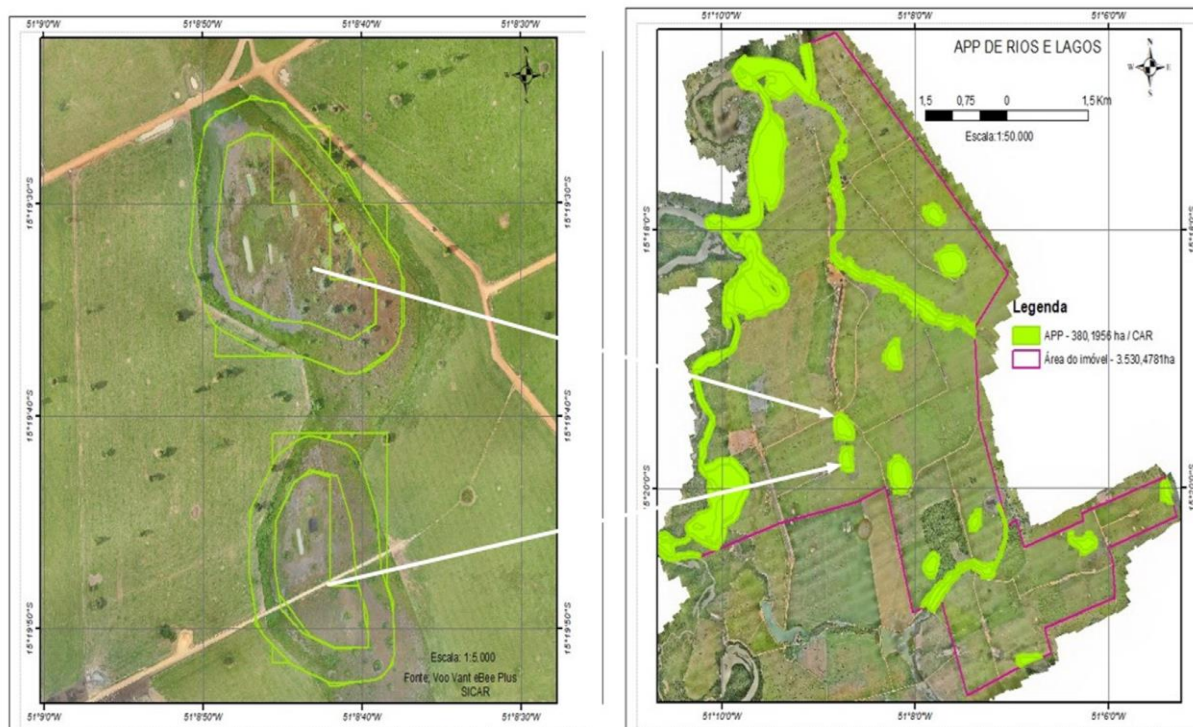


Fonte: A autora (2023)

Essa situação, constatada também *in loco* durante as campanhas de campo e mencionada por Ribeiro *et al.* (2005), traz várias consequências negativas, como prejuízos na preservação e proteção do ecossistema, descumprimento do Código Florestal e de leis ambientais e a precarização da confiabilidade das informações e dados declarados ao CAR, o que torna essa ferramenta ineficiente para identificar e recuperar, por meio do PRA, esse passivo ambiental ainda não identificado e dimensionado.

A figura 5 mostra uma propriedade selecionada na porção da baixa BHRV, no município de Britânia, com a delimitação do imóvel na cor vermelha (3.530,47 hectares) e a sua APP declarada no CAR na cor verde (380,19 hectares). As imagens aéreas obtidas com uso de VANT contradizem as informações do CAR, porque as áreas declaradas como APPs estão totalmente ocupadas por pastagem.

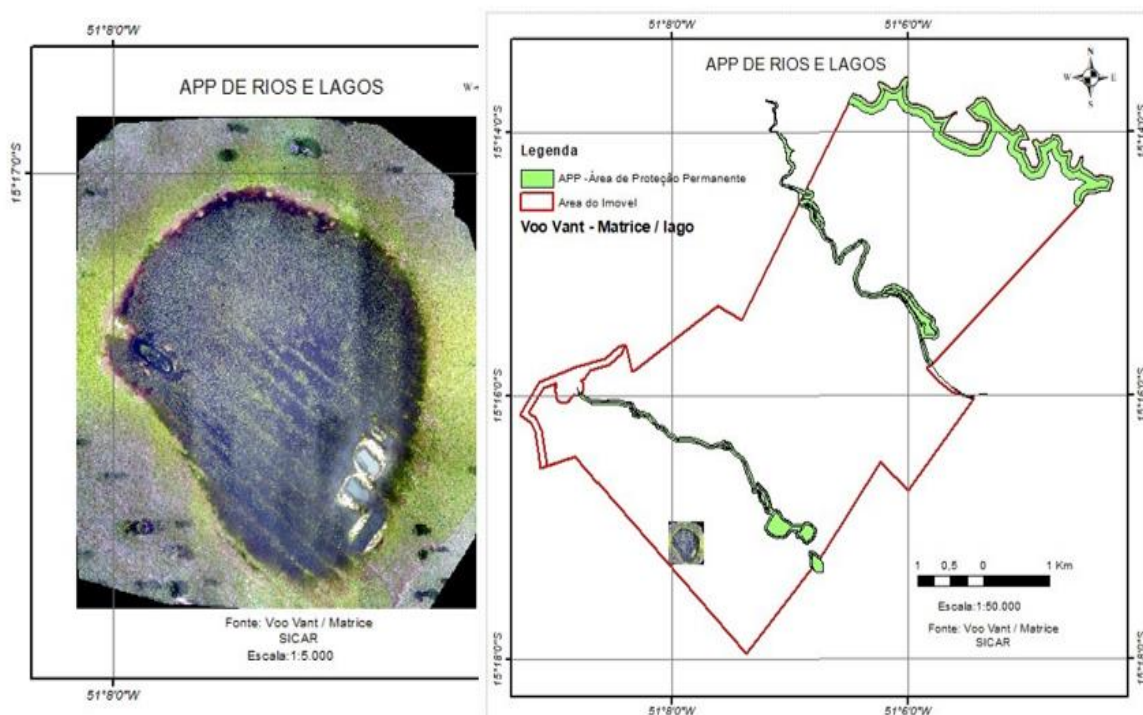
Figura 5 - Áreas declaradas no CAR como APPs utilizadas para pastagem



Fonte: A autora (2023)

Na figura 6, correspondente a imagens de outra propriedade selecionada, localizada na porção da baixa BHRV, no município de Britânia, observamos a delimitação do imóvel em vermelho e as APPs indicadas em verde. Nesse cenário constatamos a existência de um lago de 14,9 hectares — informação não declarada no CAR —, contrariando a declaração apresentada como sendo área totalmente ocupada por pastagem. No CAR, o lago simplesmente não existe. O cruzamento de dados do CAR e imagens capturadas por VANT revela a omissão de informações sobre a existência de APP de lago e do próprio lago.

Figura 6 – Lago e APP de lago não declarados no CAR



Fonte: A autora (2023)

Essas imagens indicam que uma das formas de descumprir a legislação ambiental é a invisibilidade das APPs. Ignorar a sua existência significa colocar em risco a eficácia delas na preservação do ecossistema. Tal situação reforça a intenção da pesquisa de alertar a sociedade e as autoridades ambientais quanto ao estado de degradação das APPs por pastagem dentro da BHRV e apontar inverdades e contradições contidas nas declarações feitas ao CAR que apresentam um potencial preocupante de irradiação da mesma situação para o restante do bioma Cerrado e para o país.

O impacto das resoluções do Conselho Monetário Nacional

Com as mudanças recentes das regulamentações que ampliaram o arcabouço do gerenciamento dos riscos sociais, ambientais e climáticos, em especial a partir da publicação das Resoluções nº 4.943/21 (Brasil, 2021a) e nº 4.945/21 (Brasil 2021b) do Conselho Monetário Nacional (CMN), o sistema bancário brasileiro deverá realizar a gestão de dados e informações socioambientais relativos aos seus serviços e produtos, integrando, em suas ações e políticas, os riscos sociais, ambientais e climáticos.

De acordo com o CMN (Brasil, 2021a), o risco social se caracteriza como a possibilidade de ocorrência de perdas para a instituição, ocasionadas por eventos associados à violação de direitos e garantias fundamentais ou a atos lesivos ao interesse comum. O risco ambiental se relaciona com a possibilidade de ocorrência de perdas para a instituição ocasionadas por eventos associados à degradação do meio ambiente, incluindo o uso excessivo de recursos naturais. O risco climático é dividido entre o risco de transição e o risco físico. O primeiro se caracteriza como a possibilidade de ocorrência de perdas para a instituição ocasionadas por eventos associados ao processo de transição para uma economia de baixo carbono, na qual a emissão de gases do efeito estufa é reduzida ou compensada e os mecanismos naturais de captura desses gases são preservados. O físico é definido como a possibilidade de ocorrência de perdas para a instituição ocasionadas por eventos associados a intempéries frequentes e severas ou a alterações ambientais de longo prazo, que possam ser relacionadas a mudanças em padrões climáticos.

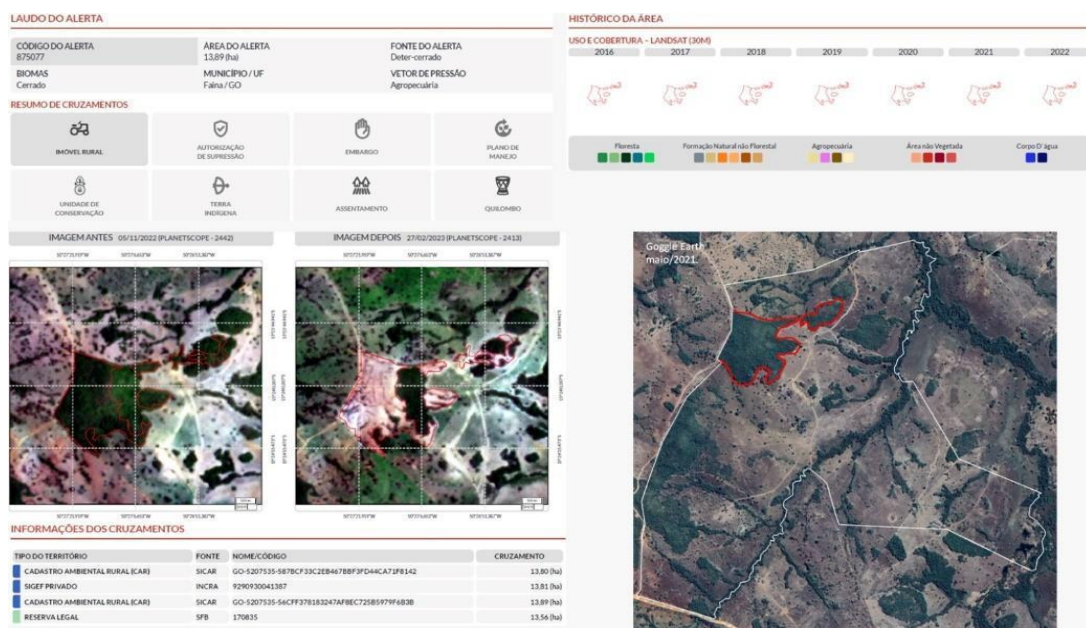
Os riscos sociais, ambientais e climáticos categorizados e definidos pelo CMN devem ser internalizados nos processos de cada instituição bancárias, principalmente na integração dos fatores socioambientais, em especial quanto à gestão de dados e informações. Os bancos, públicos e privados devem aplicar uma metodologia capaz de identificar impactos sociais, ambientais e climáticos que possam afetar atividades, produtos e serviços de fornecedores e clientes.

As resoluções do CMN deixam evidente a preocupação do Sistema Financeiro Nacional (SFN) com eventos sociais, ambientais e climáticos que possam, de alguma maneira, prejudicar o sistema financeiro e bancário. Identificar esses riscos é uma forma de evitar possíveis prejuízos em transações financeiras. Por exemplo, se a degradação e o uso excessivo de recursos naturais não forem considerados no momento da contratação de financiamento agrícola com um produtor rural, esses riscos ambientais podem colocar em risco o pagamento do valor financiado.

O CAR é requisito para obtenção de financiamento e a instituição financeira exigirá do pleiteante que ele resolva seu passivo ambiental, identificado antes da concessão do financiamento. Caso isso não aconteça, dificilmente o banco atenderá o pedido para não colocar em risco seus recebimentos futuros.

A figura 7 mostra imagens do relatório de um proprietário rural que pleiteou um financiamento agrícola a uma instituição financeira em 2023.

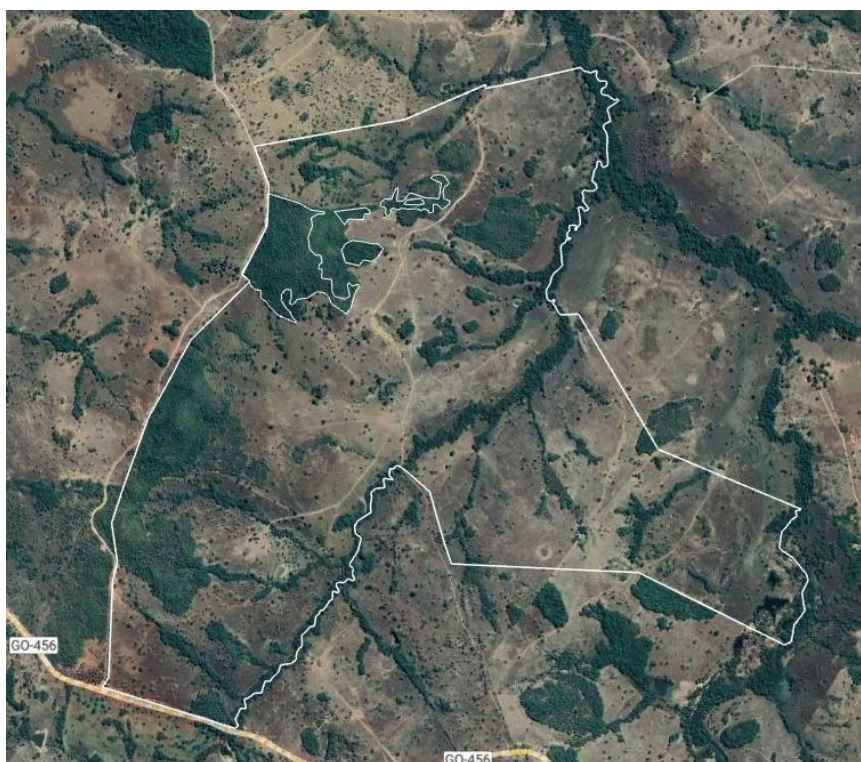
Figura 7 – Imagens de relatório de um proprietário rural que pleiteou financiamento agrícola



Fonte: Relatório da instituição financeira (2024)

A figura 8 corresponde a uma ampliação específica da figura 7 e expõe a área de vegetação nativa suprimida (passivo ambiental), calculada em 13,89 hectares na propriedade do pleiteante ao financiamento.

Figura 8 – Área de vegetação suprimida na propriedade de pleiteante a financiamento



Fonte: Fonte: Relatório da instituição financeira (2024)

Nesse caso, a instituição financeira identificou e analisou o passivo ambiental da propriedade e exigiu, como pré-requisito para a concessão do financiamento, a recuperação da área degradada.

Portanto, a recuperação do passivo ambiental passa a ser pré-requisito para concessão de créditos e financiamentos por instituições financeiras públicas e privadas, obedecendo às determinações do CMN. Salientamos que a recuperação do passivo ambiental por proprietários e possuidores de terra deve ser uma constante exigência das instituições bancárias e financeiras. Com isso, elas estimulam a adesão ao PRA e, conseqüentemente, a recuperação ambiental nas propriedades como medida não somente ambiental, mas também econômica.

Pasto Legal: uma ferramenta de política pública para sustentabilidade ambiental na pecuária

A sustentabilidade ambiental se tornou tema central nas políticas públicas globais, especialmente no contexto da pecuária, uma das atividades econômicas que mais impactam o meio ambiente. Embora vital para a economia de muitos países, a pecuária está associada a vários desafios ambientais, como desmatamento, emissão de gases de efeito estufa, degradação do solo e poluição dos recursos hídricos. Essas questões exigem intervenções eficazes para mitigar os efeitos negativos e promover um desenvolvimento sustentável.

O programa Pasto Legal, elaborado ao final desta pesquisa, surge como uma iniciativa fundamental para promover a sustentabilidade e a regularização ambiental nas áreas de pastagem no Brasil. Em um cenário onde a anistia ambiental é frequentemente discutida, especialmente em relação ao CFB de 2012, o Pasto Legal se destaca por buscar um equilíbrio entre a produção agropecuária e a preservação ambiental.

O CFB de 2012 foi um marco na legislação ambiental brasileira, trazendo consigo inúmeras mudanças e adaptações necessárias para agricultores e pecuaristas. Entre os pontos mais polêmicos estão as divergências em torno do CAR, um registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais que têm como objetivo a regularização ambiental das propriedades.

O licenciamento ambiental de pastagem é outro componente crucial nesse contexto. Ele busca assegurar que as atividades de pastagem sejam realizadas de maneira sustentável e em conformidade com as normas ambientais, minimizando impactos negativos sobre o meio ambiente.

Para que essas iniciativas sejam efetivas, é indispensável a implementação de políticas públicas robustas e bem estruturadas. Essas políticas devem promover a educação e a conscientização dos produtores rurais, além de oferecer suporte técnico e financeiro para adaptação às exigências legais.

Em suma, a busca por uma convivência harmoniosa entre a produção agropecuária e a preservação ambiental exige esforços coordenados, legislação clara e políticas públicas eficazes que incentivem práticas sustentáveis e assegurem o cumprimento das normas ambientais, notadamente o CFB de 2012.

Nesse contexto, o programa Pasto Legal nasce como uma inovadora ferramenta de política pública, visando promover práticas sustentáveis na pecuária e reduzir os impactos ambientais dessa atividade essencial. Foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Cumprir a legislação ambiental: não fazer uso ou ocupação de Áreas de Preservação Permanente e outras áreas protegidas pela lei com pastagem.

- Promover práticas sustentáveis: incentivar técnicas de manejo de pastagens que aumentem a produtividade e preservem os recursos naturais.

- Reduzir emissões de gases de efeito estufa: implementar métodos que minimizem a pegada de carbono da pecuária.

- Conservar recursos hídricos: proteger nascentes e cursos d'água das contaminações provenientes das atividades pecuárias.

- Fomentar a educação ambiental: capacitar pecuaristas sobre a importância da sustentabilidade e as melhores práticas de manejo.

Para alcançar seus objetivos, o programa utiliza diversas estratégias:

- Assistência técnica e extensão rural (Ater): profissionais especializados oferecem suporte técnico contínuo aos pecuaristas, auxiliando na implementação de práticas sustentáveis.

- Certificação e incentivos: introdução de sistemas de certificação para produtores que adotam práticas sustentáveis, além de incentivos fiscais e financeiros.

- Monitoramento e avaliação: uso de tecnologias de monitoramento para acompanhar a saúde das pastagens e o cumprimento da legislação e das práticas sustentáveis.

- Parcerias e colaborações: colaboração com universidades, organizações não governamentais (ONGs) e organizações internacionais para troca de conhecimento e recursos.

A implementação eficaz do Pasto Legal pode resultar em vários benefícios, como cumprimento da legislação ambiental, legalidade da pastagem, preservação das Áreas de

Preservação Permanente e outras áreas prioritárias e protegidas por lei e aumento da produtividade, considerando que pastagens bem manejadas tendem a ser mais produtivas, beneficiando economicamente os pecuaristas.

O Pasto Legal também pode contribuir para a conservação ambiental, com redução do desmatamento e degradação do solo, e para a preservação da biodiversidade; a melhoria da qualidade da água a partir da diminuição da poluição dos recursos hídricos e a consequente promoção da saúde dos ecossistemas aquáticos; a redução das emissões de carbono com adoção de práticas que capturam carbono no solo e reduzem a emissão de gases de efeito estufa; a sustentabilidade ambiental na perspectiva de compatibilidade entre atividades pecuárias e preservação e proteção ambiental.

Embora o Pasto Legal apresente um potencial significativo, a sua implementação enfrenta desafios, como a resistência à mudança: pecuaristas podem ser relutantes em adotar novas práticas devido a tradições e falta de conhecimento; recursos limitados: há necessidade de financiamento contínuo para assistência técnica e incentivos; monitoramento contínuo: garantir a eficácia das práticas sustentáveis requer um sistema robusto de monitoramento e avaliação.

Por outro lado, o programa oferece oportunidades, como inovação tecnológica: desenvolvimento de novas tecnologias para manejo sustentável; valorização do produto: produtos oriundos de práticas sustentáveis podem alcançar preços mais altos no mercado; reconhecimento internacional: programas bem-sucedidos podem servir de modelo para outras regiões e receber apoio de organismos internacionais.

O Pasto Legal representa uma abordagem inovadora e necessária para promover a sustentabilidade ambiental na pecuária. Ao integrar práticas sustentáveis e fornecer suporte contínuo aos pecuaristas, o programa tem o potencial de transformar a pecuária em uma atividade mais ecológica e economicamente viável. Com desafios significativos pela frente, o sucesso do Pasto Legal dependerá da colaboração entre governos, produtores, pesquisadores e sociedade civil, caminhando juntos em direção a um futuro mais sustentável.

É premente a necessidade de estabelecer critérios para identificar ecossistemas ameaçados e atingidos pela atividade da pecuária diante do seu grande potencial de afetar o meio ambiente. As áreas protegidas, como as APPs, devem ser realmente protegidas pelo setor pecuarista na busca da sustentabilidade e da legalidade ambiental.

As atividades antrópicas indubitavelmente degradam o meio ambiente, potencializando suas ações nefastas com a execução de infraestruturas para as atividades econômicas — incluindo desmatamento para formação de pastagens, obras rodoviárias e

ferroviárias —, desconsiderando as áreas prioritárias de preservação e proteção do ecossistema e aumentando de forma exponencial a degradação (Laurance; Balmford, 2013), tal como acontece na BHRV com o uso e a ocupação de APPs por pastagem, com o cultivo da braquiária — a monocultura que modificou a paisagem do Cerrado.

O Pasto Legal está em consonância com o *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura*, mais conhecido como *Plano ABC* (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), que apresenta uma agenda estratégica proposta pelo governo brasileiro para continuação de sua política setorial voltada ao enfrentamento das mudanças do clima no setor agropecuário. Com esse plano, segundo o Ministério de Agricultura e Pecuária (Mapa), em nove anos (2010-2018) o país conseguiu evitar a emissão entre 100,21 milhões e 154,38 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, atingindo de 68% a 105% da meta de mitigação estabelecida em 2015 (Mapa, 2018).

O *Plano ABC* é fruto de uma das principais políticas brasileiras para a agricultura de baixa emissão de carbono, na busca pela adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono com vistas ao desenvolvimento sustentável. Tem mostrado ser um grande sucesso por conta da escolha de tecnologias sustentáveis de produção já difundidas no campo, e com grande potencial de mitigação de gases de efeito estufa, como plantio de florestas, recuperação de pastagens degradadas, sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e agroflorestais (SAFs), sistema plantio direto (SPD) e fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Mapa, 2012).

O *Plano ABC* é composto por sete programas, seis deles referentes às tecnologias de mitigação e um voltado a ações de adaptação às mudanças climáticas. O Programa de Recuperação de Pastagens Degradadas parte do entendimento de que a degradação de pastagens é um processo gradual de perda de vigor, produtividade e capacidade de regeneração natural, além de propiciar a demanda pelo desmatamento de novas áreas de florestas nativas, bem como o uso e a ocupação ilegais de áreas prioritárias para a preservação do ecossistema, como as APPs, comprometendo a capacidade das pastagens de sustentar os níveis de produção, qualidades necessárias para a nutrição dos animais e preservação do meio ambiente (Mapa, 2023).

A falta de recuperação das pastagens degradadas também reduz a resistência do sistema de produção contra pragas, doenças e espécies invasoras, levando à degradação acelerada dos recursos naturais, como solo e água, muitas vezes em razão de práticas de manejo inadequadas e ao descumprimento da legislação. À medida que a degradação avança,

ocorre uma perda significativa da cobertura vegetal e uma redução no teor de matéria orgânica do solo, o que resulta em um aumento da emissão de CO₂ para a atmosfera. A recuperação de pastagens degradadas, a manutenção da sua produtividade e o cumprimento da legislação são estratégias essenciais para mitigar a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a eficiência produtiva na pecuária (Mapa, 2023).

O Programa de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs) parte da premissa de que a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável que combina atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, seja por meio de cultivo consorciado, sucessão ou rotação, visando criar sinergias entre criação e cultivo proporcionando equilíbrio dos agrossistemas e preservação ambiental. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) consistem em sistemas de uso e ocupação do solo onde plantas lenhosas perenes são cultivadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma única unidade de manejo. Esses sistemas utilizam um arranjo espacial e temporal diversificado, promovendo interações benéficas entre os diversos componentes (Mapa, 2023).

Tanto a ILPF quanto os SAFs desempenham um papel crucial na recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, e na geração de emprego e renda. Além disso, essas práticas promovem a adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), melhoram as condições sociais, asseguram a conformidade das unidades produtivas com a legislação ambiental e valorizam os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos agrossistemas. Entre os benefícios estão: a conservação dos recursos hídricos e do solo; fornecimento de habitat para agentes polinizadores e controladores naturais de pragas e doenças; fixação de carbono e nitrogênio; redução das emissões de gases de efeito estufa; reciclagem de nutrientes; biorremediação do solo; e manutenção e uso sustentável da biodiversidade (Mapa, 2023).

O ILPF e os Sistemas Agroflorestais podem ser implementados em quatro modalidades principais: Integração Lavoura-Pecuária (Agropastoril), Lavoura-Pecuária-Floresta (Agrossilvipastoril), Pecuária-Floresta (Silvipastoril), e Lavoura-Floresta (Silviagrícola) (Mapa, 2023).

Já o Sistema Plantio Direto (SPD), este é uma abordagem tecnológica avançada para a exploração sustentável de sistemas agrícolas. Ele se baseia em três princípios fundamentais: a mobilização mínima do solo, restrita à linha ou cova de semeadura; a manutenção contínua da cobertura do solo com resíduos vegetais; e a diversificação de espécies cultivadas, com o

objetivo de minimizar ou eliminar o intervalo entre a colheita e a semeadura. Quando integrado à agricultura conservacionista, o SPD oferece múltiplos benefícios ambientais e econômicos, como a conservação do solo e da água, o aumento da eficiência da adubação, o incremento do teor de matéria orgânica no solo, e a melhoria da relação benefício/custo. Além disso, o SPD contribui para a redução do consumo de energia fóssil e do uso de agrotóxicos, mitiga as emissões de gases de efeito estufa, e fortalece a resiliência do solo, tornando-o mais capaz de suportar condições adversas (Mapa, 2023).

Outro programa de destaque, o de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), se baseia no argumento de que o aumento da produção agrícola depende fortemente do suprimento adequado de nitrogênio, um dos principais nutrientes limitantes em solos tropicais e subtropicais. Embora o nitrogênio constitua cerca de 78% da atmosfera, ele está na forma de N₂, que é inacessível para a maioria dos organismos. Apenas um grupo limitado de microrganismos possui a capacidade de converter o N₂ atmosférico em formas reativas de nitrogênio, assimiláveis pelas plantas, por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN) ((Mapa, 2023).

Esse processo é essencial para a manutenção da vida no planeta e desempenha um papel estratégico na sustentabilidade agrícola. A FBN é amplamente valorizada porque reduz os custos de produção agrícola ao diminuir a necessidade de fertilizantes químicos. Além disso, contribui para a redução dos riscos ambientais, mitigando as emissões de gases de efeito estufa, e promove o aumento do teor de matéria orgânica no solo através do sequestro de carbono, melhorando, assim, sua fertilidade e resiliência (Mapa, 2023).

O Programa Florestas Plantadas (FP) defende a ideia de que a produção de florestas plantadas (econômicas) nas propriedades rurais possui quatro objetivos básicos: implementar uma fonte de renda de longo prazo para a família do produtor; aumentar a oferta de madeira para fins industriais (celulose e papel, móveis e painéis de madeira), energéticos (carvão vegetal e lenha), construção civil e outros usos; reduzir a pressão sobre as matas nativas e captura de CO₂ da atmosfera, reduzindo os efeitos do aquecimento global. Promover ações de reflorestamento no país, expandindo a área reflorestada destinada à produção de fibras, madeira e celulose em 3,0 milhões de hectares (Mapa, 2023).

O Programa de Tratamento de Dejetos Animais (TDA) parte do entendimento de que a destinação correta dos dejetos e efluentes gerados pela criação de animais confinados é crucial para garantir a conformidade ambiental das propriedades rurais. O tratamento adequado desses resíduos não apenas reduz as emissões de metano, contribuindo para a solução de problemas ambientais, mas também oferece oportunidades econômicas significativas para os

agricultores. A partir desses processos, é possível produzir composto orgânico de alto valor e gerar energia automotiva, térmica e elétrica por meio do biogás (Mapa, 2023).

Tecnologias como a biodigestão e a compostagem são bem estabelecidas e trazem benefícios econômicos ao reduzir os custos de produção, como a diminuição do consumo de energia e insumos químicos. Além disso, essas práticas minimizam os riscos ambientais e reduzem as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Para potencializar esses benefícios, é essencial que agricultores, cooperativas e associações nas cadeias de suinocultura, bovinocultura e avicultura tenham acesso aos investimentos e à infraestrutura necessária para implementar eficazmente as tecnologias de tratamento de dejetos e efluentes animais (Mapa, 2023).








Quanto ao Programa de Adaptação às Mudanças Climáticas, o Mapa acentua que as mudanças climáticas podem afetar significativamente todas as nossas atividades humanas, principalmente as atividades de produção econômicas como agricultura, alterando a distribuição das chuvas, a desertificação do solo, a temperatura e outros fatores essenciais ao ciclo das culturas e vegetação. Essas alterações podem resultar em safras menores, produtos de menor qualidade e grandes prejuízos econômicos, ameaçando a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental (Mapa, 2023).

A adaptação às mudanças climáticas deve ser integrada a um conjunto abrangente de políticas públicas estrategicamente aplicadas na diversificação dos sistemas produtivos e o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos.

É crucial promover o processo de transição dos agricultores para práticas sustentáveis, fazendo o uso mais racional dos recursos naturais, minimizando seus impactos negativos e favorecendo a agricultura imbuída na conservação da natureza, com a aplicação de tecnologias, organização da produção, geração de renda e estímulo à pesquisa em áreas como recursos genéticos e melhoramento, gestão de recursos hídricos, adaptação de sistemas produtivos e identificação de vulnerabilidades e modelagem climática, que permitam a adaptação da agricultura aos eventos extremos da natureza, garantindo, com isso, além da permanência dos agricultores no meio rural, o cumprimento da legislação protetiva do meio ambiente e a resiliência de suportar as mudanças climáticas.

Os resultados obtidos com o Plano ABC demonstram que o caminho é longo, mas que estamos no caminho certo e sem volta de conciliar as atividades econômicas e a conservação do meio ambiente. Isso significa reduzir a poluição com gases nocivos ao meio ambiente gerados em cada um dos programas ABC de mitigação do carbono na agricultura, como demonstra a tabela 1.

Tabela 1 - Metas Plano ABC, resultados 2010 a 2020

TECNOLOGIAS 	EM ÁREA milhões ha			MITIGAÇÃO milhões Mg CO ₂ eq		
	META	RESULTADO	ALCANCE	META	RESULTADO	ALCANCE
Recuperação de Pastagens Degradadas 	15	26,8	179%	104	36,01	35%
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta 	4	10,76	269%	18 a 22	40,78	185%
Sistema Plantio Direto 	8	14,59	182%	16 a 20	26,7	133%
Fixação Biológica Nitrogênio 	5,5	11,78	214%	10	21,56	216%
Florestas Plantadas 	3	1,88	63%	-	8,82	-
Tratamento de Dejetos Animais 	4,4 milhões m ³	38,34 milhões m ³	871%	6,9	59,81	867%
TOTAL PLANO ABC	35,5 milhões de ha	54,03 milhões de ha	152%	133 a 163	193,67 milhões Mg CO₂ eq	119%

Fonte: Mapa (2023)

O Pasto Legal está em consonância com o Plano ABC, já que sua implementação pode resultar em vários benefícios: cumprimento da legislação ambiental; legalidade da pastagem; preservação de APAs e outras áreas prioritárias e protegidas por lei; aumento da produtividade — pastagens bem manejadas tendem a ser mais produtivas, beneficiando economicamente os pecuaristas; conservação ambiental — redução do desmatamento e degradação do solo, contribuindo para a preservação da biodiversidade; melhoria da qualidade da água — diminuição da poluição dos recursos hídricos, promovendo a saúde dos ecossistemas aquáticos; redução das emissões de carbono — adoção de práticas que capturam carbono no solo e reduzem a emissão de gases de efeito estufa; sustentabilidade ambiental — compatibilidade entre as atividades pecuárias e preservação e proteção ambiental.

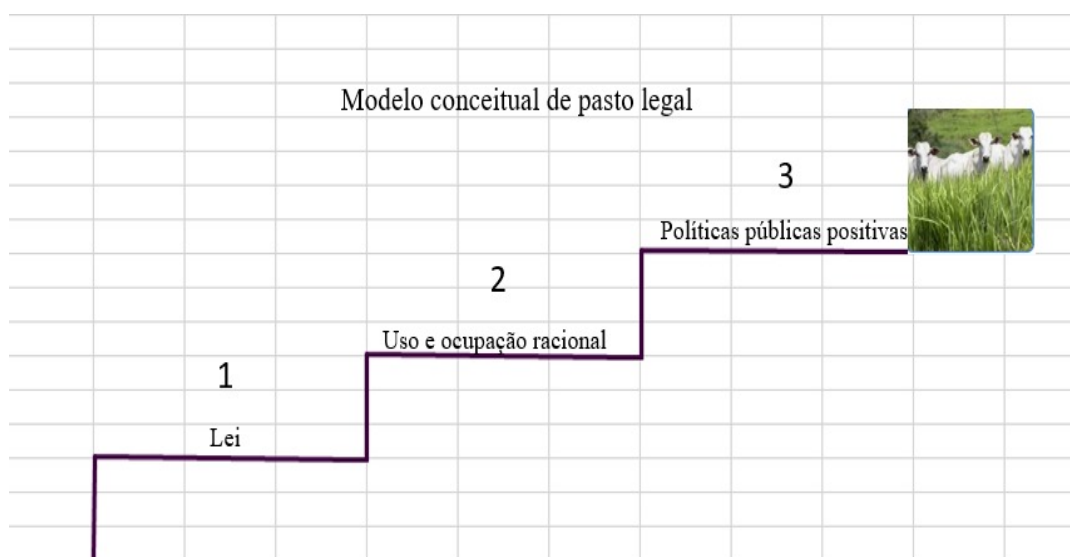
Todos esses benefícios trazidos pelo *Pasto Legal* atendem ao grande desafio do setor agropecuário, que é manter a crescente produção com a preservação ambiental, gerando segurança alimentar com sustentabilidade socioambiental, haja vista que responde por 30% das emissões brasileiras e 7% das emissões globais. Esse desafio sofre pressões sociais por um novo modelo de desenvolvimento que seja capaz de conciliar crescimento econômico e conservação do meio ambiente (Sambuichi *et al.*, 2012), aumentando a preservação e proteção dos recursos naturais utilizados pelos sistemas produtivos e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

Há que se admitir que a pecuária de corte brasileira, predominantemente realizada em pastagens, além de ser um dos pilares da economia do país, é uma importante provedora de serviços ecossistêmicos no contexto de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, mas

devemos considerar a situação da pastagem, ou seja, sua legalidade, importando questionar se ela é feita em obediência à legislação ambiental.

O Pasto Legal, como ferramenta de política pública visando à preservação e proteção ambiental, em obediência à legislação, fundamenta-se em largo acervo teórico e em prática metodológica. O modelo conceitual apresentado na figura 9 mostra a concepção do *Pasto Legal* — que é aquele impactado pelas atividades antrópicas —, fundamentado na lei, no uso e aproveitamento dos recursos naturais de forma racional e na aplicação de políticas públicas positivas. O modelo (figura 19) reúne essas três dimensões que, conjugadas, têm como resultado a sustentabilidade ambiental.

Figura 9 - Modelo conceitual do Pasto Legal



Fonte: A autora (2024)

São três passos consecutivos a seguir: cumprir a legislação ambiental, usar racionalmente os recursos naturais e aplicar políticas públicas positivas na gestão, orientação, fiscalização e punição de infratores. Com isso, teremos o disciplinamento, a regularização e a legalidade da atividade agropecuária. Entendemos que a implementação do modelo proposto pode resultar na compatibilidade entre as atividades antrópicas, especialmente as econômicas, e a preservação, obtendo-se como resultado a sustentabilidade ambiental.

Na concepção de uso e ocupação racional, o empreendedor deverá decidir como fazer o uso do recurso natural de forma que consiga cumprir a lei, preservar o meio ambiente e produzir. Nesse sentido, propomos seis perguntas que deverão ser respondidas de conformidade com a lei: o quê? (a ação), quem? (o agente), quando? (o tempo), onde? (o lugar), como? (o modo) e por quê? (o motivo). São as mesmas questões que norteiam um caso

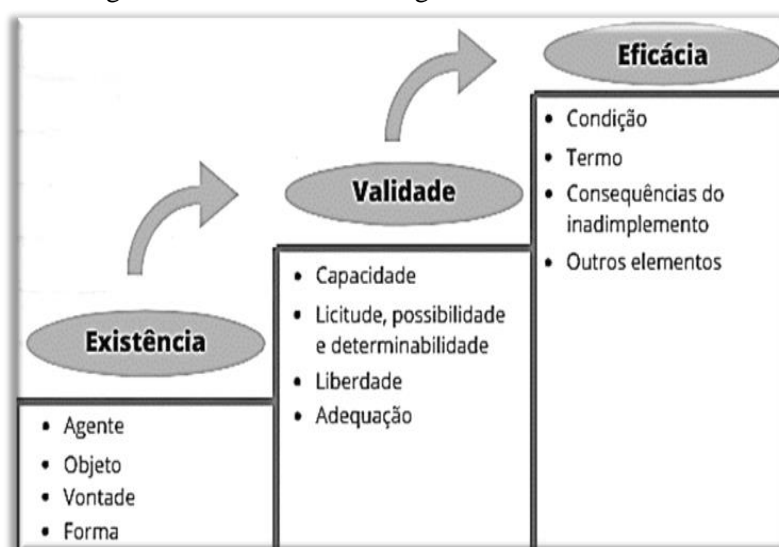
jurídico ou a produção de uma notícia jornalística quando se buscam informações para entender o caso ou fato.

No que se refere às políticas públicas, as decisões governamentais de gestão dos recursos naturais devem pautar-se na preservação e proteção desses recursos, estabelecendo, a partir de um contexto legal, a sua preservação e proteção. A ideia é fazer a gestão política desses recursos naturais de forma racional para garantir a preservação e evitar o esgotamento deles, minimizando impactos ambientais negativos e recuperando o passivo ambiental gerado pela atividade antrópica praticada. Na dimensão de políticas públicas positivas, a aplicação deve estar ancorada no cumprimento da lei e em uma gestão eficiente capaz de disciplinar, normatizar, orientar, fiscalizar e punir.

Para que tenha êxito, o Pasto Legal pode ser inspirado na teoria da escada Ponteano, desenvolvida pelo jurista Pontes de Miranda e que estabelece uma estruturação dos planos de formação do negócio jurídico. A expressão “escada Ponteano” remete a uma escada na qual cada plano de formação do negócio jurídico é representado por um degrau cujos requisitos devem ser atendidos e superados para que se possa passar para o próximo degrau e, finalmente, obter a validade legal de um negócio jurídico.

A figura 10 sintetiza essa teoria em três degraus: o da existência, o da validade e o da eficácia.

Figura 10 – Estrutura dos degraus da escada Ponteano



Fonte: A autora (2024)

Uma vez alcançados e cumpridos os planos de formação, o negócio jurídico estaria apto a produzir seus efeitos de forma perfeita. No primeiro degrau, o agente representa o sujeito que participa da relação jurídica. O objeto diz respeito ao bem jurídico que se busca

com a realização do negócio, a vontade é a declaração do agente que firma o negócio e a forma corresponde ao meio pelo qual se manifesta a vontade do agente (Silva, 2024).

No segundo degrau, verificam-se elementos necessários à adequação de um negócio ao que determina o ordenamento jurídico. Um negócio será válido quando revestir-se dos requisitos legais e se o agente for capaz, ou seja, tiver aptidão para realizar pessoalmente os atos da vida civil. O bem jurídico visado pelo negócio deve ser lícito — não pode contrariar o que determina o ordenamento jurídico —, ter possibilidade de ser executado (entregue, prestado) — e ser determinado ou determinável (Silva, 2024).

A realização do negócio jurídico deve ser feita de maneira a observar o que a lei determina (forma prescrita em lei) e, caso a lei não determine forma específica para realização de determinado negócio, ele pode ser realizado de forma livre, desde que esta se adeque à lei. A vontade emanada pelo agente deve ser livre, ou seja, não pode conter nenhum tipo de vício ou defeito que altere, induza ou coaja a consentimento do agente, que deve ter total domínio sobre sua manifestação de vontade (Silva, 2024).

No terceiro degrau, o da eficácia, estão os efeitos gerados pelo negócio em relação ao agente e a terceiros, ou seja, as suas consequências jurídicas e práticas, incluindo condição (evento futuro e incerto), termo (evento futuro e certo), encargo ou modo (elemento que traz um ônus relacionado com uma liberalidade) e regras relativas ao inadimplemento do negócio jurídico (resolução) (Silva, 2024).

Ao conceber o Pasto Legal com base na teoria de Pontes de Miranda, propomos que ele passe pelos três degraus de validade jurídica da atividade. O primeiro degrau, da existência, é o fundamento do Pasto Legal. Se ocorrer em descumprimento da legislação ambiental, qualquer produto obtido é ilícito. A existência do Pasto Legal está condicionada ao atendimento e à superação do primeiro degrau, que é baseado no cumprimento da lei ambiental. Significa que um pasto somente produzirá resultados socioambientais e econômicos positivos se obedecer à legislação.

Na concepção conceitual, Pasto Legal é aquele que cumpre a lei e está diretamente ligado com o resultado desejado que é a sustentabilidade ambiental. Entendemos que, no primeiro estágio ou degrau, a lei é a base do cumprimento de toda atividade antrópica proposta. O empreendedor, ao decidir fazer uso e aproveitamento do recurso natural, deve superar o primeiro estágio (o primeiro degrau dessa escada), ou seja, o cumprimento da lei.

Sendo assim, ao decidir pela prática de sua atividade econômica de produção, ele deverá observar a lei correlata que normatiza e disciplina tal atividade. Isso pressupõe estabelecer sua escolha amparado pela legislação ambiental. Nessa perspectiva, sugerimos os

seguintes questionamentos: o empreendimento pretendido cumpre todas as condicionantes ambientais determinadas na legislação ambiental? É legal? A lei permite ou proíbe? Pode ser feita? A forma pretendida é a melhor?

Os quesitos elencados devem fundamentar a tomada de decisão do empreendedor pecuarista dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho. Ao fazer a escolha pela produção pecuária ele deverá cumprir a lei e estabelecer forma, adequação, licitude, possibilidade e liberdade de desenvolver sua atividade econômica. No caso do cultivo de pastagem, ele poderá optar entre cumprir a lei e respeitar as APPs ou não cumprir a lei e fazer uso ou ocupação ilegal de APPs — se a opção for esta, o agente não conseguirá superar o primeiro degrau de existência e não poderá atingir os demais. Conseqüentemente, toda a sua cadeia produtiva padecerá do vício desse descumprimento legal, o que implicará degradação ambiental. Por isso, antes de cultivar pastagem, o pecuarista deve se questionar: posso fazer o pasto nesse local? Quais leis terei que cumprir? A lei permite que eu faça o pasto em área de APP?

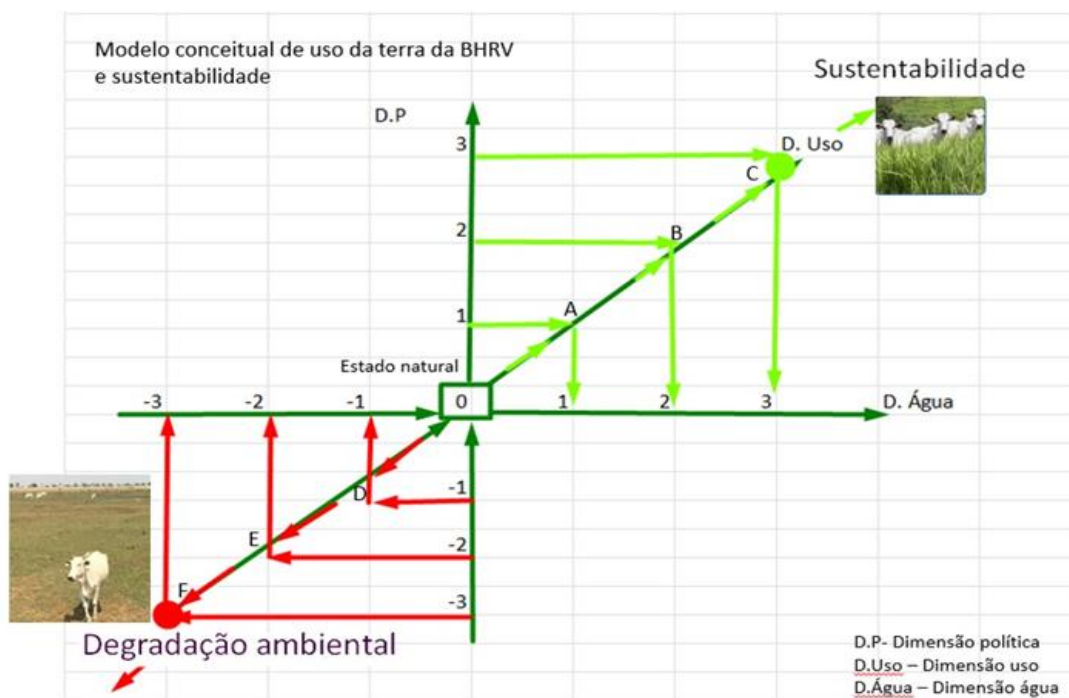
No segundo degrau da escada, verifica-se a validade jurídica da atividade econômica proposta, condicionada à sua regularidade ambiental por lei. Aqui se fazem necessários os seguintes questionamentos: posso fazer? Onde? Como? De que forma? Posso garantir adequação, liberdade e licitude? Nesse ponto, o empreendedor terá que obedecer à lei, a regulamentação da atividade e as condicionantes que determinam o uso e aproveitamento do recurso natural, tais como licenciamento ambiental, estudos ambientais, autorizações, outorga, concessão de uso, medidas mitigadoras, execução das normas de preservação e proteção ambiental para minimizar os impactos gerados e a recuperação ambiental.

Ressalta-se que, diferentemente do que ocorre na escada Ponteano, que prevê anulação do negócio jurídico, com o meio ambiente não é possível anular os efeitos danosos gerados, restando apenas minimizá-los ou talvez recuperá-los, mas com a certeza de que a interferência humana, por mais benéfica que possa ser para o meio ambiente, não se equipara ao ambiente natural preservado.

No terceiro e último degrau, da eficácia, temos o resultado da atividade pretendida em consonância com a preservação e proteção do meio ambiente, conforme determinado na lei, com uso racional dos recursos naturais e a aplicação de políticas públicas positivas. O estágio desse processo será a sustentabilidade ambiental — justamente o que propõe o Pasto Legal.

Reforçando esse entendimento, apresenta-se na figura 11 um modelo conceitual de uso da terra da BHRV e sustentabilidade ambiental, conjugados com o Pasto Legal, no qual se compatibiliza equilíbrio ambiental e atividade produtiva.

Figura 11 - Modelo conceitual de uso da terra da BHRV e sustentabilidade



Fonte: A autora (2023)

Com esse modelo conceitual, sustenta-se o argumento de que, a partir do ponto zero (estado natural da paisagem), os cenários correspondentes ao cumprimento da legislação ambiental, ao CFB e demais leis correlatas (A), ao uso racional dos recursos naturais (B) e à aplicação de políticas públicas positivas (C) poderão ser alcançados, resultando na preservação e proteção ambiental das APPs da BHRV e no equilíbrio entre ambiente e atividades antrópicas.

Nas atividades antrópicas positivas, o sistema produtivo econômico utiliza, por exemplo, a água, mas ela se mantém porque todas as normas legais que preveem sua preservação e manutenção foram atendidas. Na direção contrária, em atividades antrópicas negativas, tem-se os cenários de descumprimento à legislação ambiental (D), uso irracional de recursos (E) e a incompatibilidade entre o sistema natural e o sistema produtivo (F). O resultado é a degradação ambiental. A desobediência à legislação ambiental causa prejuízos diretos ao meio ambiente e ao sistema produtivo. A exploração desmedida de recursos naturais inviabiliza a sustentabilidade de atividades econômicas, como a agricultura e a pecuária

A presente investigação também constatou a invisibilidade de APPs dentro das áreas rurais, visto que, na prática, elas não têm delimitação física (Metzger, 2010). Sem cercamento e nem proteção alguma, os rios e lagos são acessados livremente por pessoas e animais e

usados nas atividades produtivas. Essa situação confirma o entendimento de que a delimitação das APPs e o licenciamento ambiental de pastagem são instrumentos nucleares de políticas públicas que se proponham a estabelecer critérios ecologicamente coerentes de planejamento de conservação em larga escala, incluindo a proteção de áreas sensíveis como APPs (Pressey; Bottrill, 2009; Ribeiro *et al.*, 2005).

Licenciamento ambiental de pastagem como instrumento de política pública para preservação das APPs

O licenciamento ambiental de pastagem é uma prática essencial, fundamentada em vários dispositivos legais, incluindo o CFB de 2012 e as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que estabelecem diretrizes para a realização e o controle de atividades agropecuárias no Brasil. Listamos, a seguir, os principais fundamentos legais que regem o licenciamento ambiental de pastagem.

O CFB (Lei nº 12.651/2012) é a principal legislação que regulamenta o uso e a proteção da vegetação nativa em áreas rurais do Brasil. Ele estabelece normas para APPs, Reservas Legais (RLs) e CAR. No contexto do licenciamento de pastagem, o CFB proíbe a supressão de vegetação em APPs, exceto em casos específicos previstos pela lei, o que torna crucial a regulamentação do uso de pastagens nessas áreas por meio do licenciamento ambiental. Nas RLs, o licenciamento ambiental de pastagem deve assegurar que as atividades agropecuárias respeitem os limites de preservação dessas áreas, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e a sustentabilidade ecológica. O licenciamento ambiental de pastagem é um processo complementar ao CAR, garantindo que as atividades declaradas estejam em conformidade com a legislação.

As resoluções do Conama são normas complementares que detalham procedimentos e critérios técnicos para o licenciamento ambiental no Brasil. Entre as mais relevantes para o licenciamento de pastagem, destacam-se:

– Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997): Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental, reforçando a necessidade de avaliação dos impactos ambientais das atividades agropecuárias e a importância do licenciamento como instrumento de controle.

– Resolução Conama nº 303/2002 (Brasil, 2002): Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APPs, reforçando a necessidade de proteção dessas áreas e a importância do licenciamento ambiental para garantir o uso sustentável das mesmas.

– Resolução Conama nº 369/2006 (Brasil, 2006): Define critérios para a regularização de APPs em áreas consolidadas e estabelece procedimentos para a recuperação de áreas degradadas, sendo relevante para a adequação das pastagens em propriedades rurais.

O licenciamento ambiental de pastagem, fundamentado no CFB e nas resoluções do Conama, é crucial para garantir a preservação ambiental, a regularização das atividades rurais e o desenvolvimento sustentável do setor agropecuário. Ele assegura que a utilização da terra para pastagem proteja os recursos naturais — ao regulamentar o uso de áreas sensíveis como APPs e RLs, o licenciamento ambiental ajuda a preservar os recursos hídricos, o solo e a biodiversidade, essenciais para a sustentabilidade do ecossistema —; promova a regularização ambiental — o processo de licenciamento obriga os proprietários rurais a adequarem suas atividades às exigências legais, promovendo a regularização ambiental e evitando sanções decorrentes do descumprimento das normas —; incentive práticas sustentáveis — por meio do licenciamento é possível implementar práticas de manejo sustentável da pastagem que evitam a degradação do solo e promovem a recuperação de áreas degradadas, contribuindo para a longevidade da atividade agropecuária; e forneça segurança jurídica — os produtores rurais que obtêm a licença ambiental demonstram conformidade com as leis, garantindo segurança jurídica e maior estabilidade para investimentos e operações no setor agropecuário.

Em suma, o licenciamento ambiental de pastagem desempenha um papel importante no programa Pasto Legal, voltado à promoção de práticas agropecuárias sustentáveis e em conformidade com a legislação ambiental vigente no Brasil. A importância legal desse processo reside em vários aspectos que garantem a proteção do meio ambiente, a sustentabilidade da produção agropecuária e a segurança jurídica dos produtores rurais.

O licenciamento ambiental é um instrumento de gestão pública essencial para o controle das atividades que interferem nas condições ambientais. No contexto da pastagem, ele assegura que o uso da terra para a criação de gado e outras atividades relacionadas seja realizado de maneira sustentável, minimizando os impactos negativos sobre os ecossistemas locais. Por meio do licenciamento é possível regulamentar e monitorar a ocupação de APPs e RLs, garantindo a manutenção da vegetação nativa e a proteção dos recursos hídricos.

O programa Pasto Legal visa assegurar que as áreas de pastagem estejam em conformidade com o Código Florestal de 2012, que estabelece diretrizes para a preservação e recuperação ambiental. O licenciamento de pastagem contribui para o cumprimento dessa legislação, uma vez que obriga os produtores a declararem e regularizarem suas atividades no CAR, que constitui ferramenta vital para a identificação e dimensionamento das APPs e RLs.

Além disso, o licenciamento ambiental proporciona segurança jurídica aos produtores rurais. Ao obter a licença, os proprietários de terras demonstram seu compromisso com as práticas sustentáveis e a conformidade legal, o que pode evitar sanções e penalidades decorrentes do descumprimento das normas ambientais. Isso é particularmente relevante em regiões onde a fiscalização ambiental é intensa, como no Cerrado goiano e na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, áreas de grande importância ecológica e econômica.

Outro aspecto relevante é a contribuição do licenciamento ambiental para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. A pastagem inadequada pode levar ao desmatamento, à degradação do solo e à perda de biodiversidade, fatores que exacerbam os problemas ambientais globais. O licenciamento, ao impor práticas sustentáveis, ajuda a manter a integridade dos ecossistemas, preservando os serviços ambientais essenciais, como a regulação do ciclo hidrológico e a captura de carbono. Também fortalece as políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural sustentável.

Ao garantir que as atividades agropecuárias respeitem as normas ambientais, o programa Pasto Legal promove um modelo de produção que alia a rentabilidade econômica à responsabilidade ecológica. Isso é fundamental para a sustentabilidade a longo prazo do setor agropecuário, que depende diretamente da saúde dos recursos naturais.

Em suma, o licenciamento ambiental de pastagem é um componente vital para o sucesso do programa Pasto Legal, assegurando que as práticas agropecuárias sejam conduzidas de maneira sustentável e legal. Ele protege o meio ambiente, proporciona segurança jurídica aos produtores, contribui para a mitigação dos impactos gerados pelas mudanças climáticas e fortalece as políticas públicas de desenvolvimento rural sustentável. Assim, o licenciamento de pastagem não é apenas uma exigência legal, mas uma ferramenta estratégica para a promoção de um futuro mais equilibrado e responsável para o setor agropecuário brasileiro.

Discussões

A partir do que se apresenta neste artigo, propõe-se novas discussões acerca da temática abordada, com ênfase nos seguintes tópicos:

– A atividade agropecuária descumpra a legislação ambiental ao usar e ocupar as APPs de rios e lagos dentro da BHRV, afetando todo o sistema hídrico e lacustre da BHRV, tendo como consequências diretas a escassez e o secamento das águas.

– Possíveis contradições e inverdades contidas nas declarações feitas pelos proprietários e possuidores de imóveis rurais na BHRV ao Cadastro Ambiental Rural podem prejudicar o Programa de Recuperação Ambiental, visto que o passivo ambiental pode não estar identificado e dimensionado corretamente.

– A recuperação do passivo ambiental nas propriedades rurais é uma exigência do Conselho Monetário Nacional como pré-requisito na concessão de créditos e financiamentos por instituições bancárias.

Considerações

A implementação do programa Pasto Legal, associado ao Código Florestal de 2012, representa passo significativo na gestão sustentável e legalização das atividades agropecuárias no Brasil.

No entanto, persistem divergências em relação ao CAR que evidenciam desafios para a harmonização entre a conservação ambiental e a expansão agrícola. O licenciamento ambiental de pastagem, essencial para garantir práticas de uso do solo que minimizem impactos ecológicos, precisa ser aprimorado e integrado de forma mais eficiente ao CAR.

Para que essas medidas sejam realmente eficazes, é imperativo que as políticas públicas sejam fortalecidas e executadas com rigor, garantindo a sustentabilidade, a conformidade legal e a proteção dos recursos naturais. Assim, é possível alcançar um equilíbrio entre a produção agropecuária e a preservação ambiental, promovendo um desenvolvimento rural sustentável e responsável.

Referências

BRASIL (1934a). **Decreto nº 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. (1934b). **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. (1934c). **Decreto nº 23.672**, de 2 de janeiro de 1934. Aprova o Código de Caça e Pesca. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23672-2-janeiro-1934-498613-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL. (1934d). **Decreto nº 24.645**, de 10 de julho d 1934. Estabelece medidas de proteção aos animais. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24645-10-julho-1934-516837-publicacaooriginal>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. (2014b). **Decreto nº 8.235**, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2014/decreto-8235-5-maio-2014-778660-norma-pe.html>>. Acesso em: 12 ago. 2023.

_____. (2021a). Conselho Monetário Nacional. **Resolução CMN nº 4.943**, de 15 de setembro de 2021. Altera a Resolução nº 4.557, de 23 de fevereiro de 2017, que dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos, a estrutura de gerenciamento de capital e a política de divulgação de informações. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4943>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

_____. (2021b). Conselho Monetário Nacional. **Resolução CMN nº 4.945**, de 15 de setembro de 2021. Dispõe sobre a política de responsabilidade social, ambiental e climática e sobre as ações com vistas à sua efetividade. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4945>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução Conama nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1997_Res_CONAMA_237.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução Conama nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_303.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2006_Res_CONAMA_369.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 12 abr. 2023.

_____. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-normaatualizada-pl.html>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 18 dez. 2023.

CASTRO, M. de. **Os institutos da reserva legal e área de preservação permanente nas propriedades rurais**: a preservação do meio ambiente na lei 12.651/12. Dissertação (Mestrado em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014.

DEL'ARCO, J. O.; RIOS, A. J. W; DAMBRÓS, L. A.; TARAPANNOFF, I.; NOVAES, A. S. **S. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia - Trecho Barra do Garças (MT) - Luiz Alves (GO)**. Goiânia: CDP; IBGE, 1999.

DIAS, R. **Meio ambiente e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2010.

DOMINGUES, A. L.; MIRANDA, L. S.; BURIOL, G. A.; LIPP NISSINEN, K. H. Delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) de lagoas: uma proposta metodológica. In: SIMPÓSIO PROCESSOS ECOLÓGICOS, RESTAURAÇÃO E ECOVALORAÇÃO EM ZONAS RIPÁRIAS. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/areas_preservacao/ANAIS_SIMPOSIO_AQUARIPARIA_2012.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 99–123, 2002.

GOIÁS [Estado] (2013a). **Lei nº 18.102**, de 18 de julho de 2013. Dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente e respectivas sanções, institui o processo administrativo para sua apuração no âmbito estadual. Disponível em: <<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/90204/pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. (2013b). **Lei nº 18.104**, de 18 de julho de 2013. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/90203/lei-18104>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. **Lei nº 20.694**, de 26 de dezembro de 2019. Dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do Estado de Goiás. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/100893/lei-20694>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. **Lei nº 21.231**, de 10 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a regularização de passivos ambientais de imóveis rurais e urbanos, bem como a compensação florestal e a compensação por danos para regularizar a supressão da vegetação nativa realizada sem a prévia autorização do órgão ambiental competente, também a definição dos parâmetros da compensação florestal e da reposição florestal no Estado de Goiás. Disponível em: <<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/104746/pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

LAURANCE, W. F., BALMFORD, A. A global map for road building. **Nature**, v. 495, n. 7441, p. 308-309, 2013.

MACIEL, L. G. Meio ambiente ecologicamente equilibrado: o problema da eficácia das reservas legais e áreas de preservação permanente. *Constituição e Democracia*, Brasília, DF, v. 29, p. 15, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA [Brasil] 2012. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília: Mapa, 2012.

_____. 2018. **Brasil antecipa meta de reduzir emissão de CO2 com a agropecuária sustentável** (12 dez. 2018). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-antecipa-meta-de-reduzir-emissao-de-co2-com-a-agropecuaria-sustentavel>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

_____. 2023. **Resultados do Plano** (16 ago. 2023). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/plano-abc/acoes-do-plano>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MURO JÚNIOR, A. Proposta de implementação de legislação ambiental, através de políticas de controle de poluição atmosférica, por meio de sistemas de monitoramento passivo. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PERES, I. K. **Conflitos nas políticas ambientais: uma análise do processo de alteração do Código Florestal Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

PETRIC, E. G. **A conversão de multas ambientais como ferramenta para conservação da biodiversidade: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

POMPEU, A. Julgamento concluído: STF mantém anistia a proprietários rurais e maior parte do Código Florestal. **Consultor Jurídico**, 28 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2018-fev-28/stf-mantem-anistia-codigo-florestal-proprietarios-rurais/>>. Acesso em: 21 maio 2024.

PRESSEY, R. L.; BOTTRILL, M. C. Approaches to landscapes and seascape-scale conservation planning: convergence, contrasts and challenges. **Oryx**, v. 43, n. 4, p. 464-475, 2009.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RODRÍGUEZ, J. P.; RODRÍGUEZ-CLARK, K. M.; OLIVEIRA-MIRANDA, M. A. Establishing IUCN red list criteria for threatened ecosystems. **Conservation Biology**, v. 25, n. 1, p. 21-29, 2011.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C.; SILVA, A. P. M.; LUEDEMANN, G. A. **sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Brasília, DF: Ipea, 2012.

SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K.; NASCIMENTO, T. A evolução do Código florestal brasileiro. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, Aracaju, v. 2, n. 3, p. 271-290, 2015.

SILVA, E. O. **Elementos estruturais do negócio jurídico**. Disponível em: <<https://direitonarede.com/elementos-estruturais-do-negocio-juridico>>. Acesso em: 22 maio 2024.

SILVA, J. R. **Dinâmica do carbono em solos sob áreas de pastagens no Bioma Cerrado**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

SMITH, W. S.; SILVA, F. L.; BIAGIONI, R. C. Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 22, p. 1-20, 2019.

TEIXEIRA NETO, A. Estrutura fundiária do estado de Goiás – 2003. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 129-160, 2011.

VIEIRA, P. A. **Dinâmica de ocupação, vulnerabilidades e cenários para a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás-GO**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 385-400, 2014.

WATSON, J. E. M., DUDLEY, N., SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67-73, 2014.

WOLFF, I. Anistia para crimes ambientais em Goiás? Entenda o PL 350/23. **Jornal Opinião**, 11 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/meio-ambiente/governo-sanciona-pl-que-permite-anistia-a-desmatamento-ilegal-499678/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

WOLFF, I. Governo sanciona PL que permite anistia a desmatamento ilegal. **Jornal Opinião**, 15 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/reportagens/pl-350-23-498460/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

A sociedade mundial contemporânea enfrenta o desafio de garantir a preservação e proteção do meio ambiente para as gerações presentes e futuras. Existe um consenso de que isso só será possível com a redução dos impactos negativos gerados pelas atividades humanas, a partir da diminuição da poluição, do uso de energias renováveis, da racionalização dos recursos naturais e da sua recuperação. Esta afirmação se aplica também aos impactos sobre a vegetação nativa do Cerrado goiano, especialmente na Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, onde se constata o uso e a ocupação predatórios das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de rios e lagos por pastagem, em função do descumprimento do Código Florestal Brasileiro, da precariedade de fiscalização e ao monitoramento insuficiente dessas áreas pelo poder público.

O Código Florestal determina que as APPs sejam declaradas no Cadastro Ambiental Rural, que visa identificar e dimensionar essas áreas para sua recuperação através do Programa de Recuperação Ambiental (PRA). No entanto, a identificação e quantificação desse passivo ambiental ainda é desconhecida, o que pode inviabilizar a recuperação dessas áreas pelo PRA.

O Pasto Legal deve ser uma ferramenta de política pública para análise da utilização e ocupação das APPs ao longo de rios e lagos para formação de pastagem, destacando suas repercussões ambientais e jurídicas. O estudo evidencia como a exploração dessas áreas pode comprometer a qualidade dos recursos hídricos, a biodiversidade e a integridade dos ecossistemas.

Portanto, a dinâmica do sistema produtivo de uso e ocupação da terra deve obedecer à legislação ambiental. O licenciamento ambiental é um importante instrumento de gestão da administração pública para proteger o meio ambiente, pois por meio dele é exercido o controle necessário sobre as atividades humanas que interferem nas condições ambientais. Ele propicia a conciliação do desenvolvimento econômico com o uso dos recursos naturais, assegurando a sustentabilidade do meio ambiente em seus aspectos físicos, socioculturais e econômicos.

O licenciamento ambiental de pastagem é uma solução ambiental que deve ser realizada para efetivar a proteção e preservação do meio ambiente. Constatou-se nesta pesquisa que as APPs de rios e lagos dentro da BHRV estão sendo usadas e ocupadas ilegalmente por pastagem, que por sua vez serve de alimento para a principal atividade econômica da região, a pecuária. Essa ocupação resulta na escassez de água e no secamento

de rios e lagos, causados pelo desequilíbrio gerado pelo desmatamento da vegetação nativa e destruição das APPs, que têm a importante função de manter o equilíbrio hídrico.

Observou-se que as APPs de rios e lagos foram usadas e ocupadas por pastagem na BHRV de forma constante no período de 1985 a 2023, em descumprimento ao Código Florestal. Observou-se, ainda, que as APPs de rios têm uma deficiência de área de aproximadamente 50%, enquanto as APPs de lagos estão diminuindo em tamanho e quantidade, especialmente o Lago dos Tigres, no município de Britânia, que sofre com a escassez e o secamento de suas águas. Também se identificou que ocorre a coalescência natural entre as APPs de rios e lagos, formando uma grande fonte hídrica que abastece toda a bacia hidrográfica e pode irradiar seus efeitos para todo o bioma Cerrado.

A partir do mapeamento, com a identificação e dimensionamento das APPs preservadas e degradadas, é possível estabelecer critérios que contribuam para preencher eventuais lacunas e promover a melhoria na forma e função das APPs. A delimitação e o dimensionamento das APPs eliminam a subjetividade do processo contido no CAR, viabilizando o fiel cumprimento do Código Florestal Brasileiro e favorecendo a identificação, o monitoramento e a fiscalização ambiental dessas áreas.

Os órgãos ambientais precisam aprimorar a gestão, o controle, o monitoramento e a fiscalização das APPs para suprir as deficiências geradas pelas contradições e inverdades presentes nas declarações do CAR. A pastagem na BHRV é a principal fonte de alimento da pecuária ali estabelecida e a conversão de áreas para atividades agropecuárias é apontada como a principal causa de desmatamento no mundo. O mapeamento das APPs degradadas denota a importância fundamental de identificar e mapear as áreas para a preservação e proteção ambiental, sendo de salutar relevância apresentar a dimensão de um passivo ambiental ainda não quantificado.

Alerta-se, por fim, sobre a necessidade de uma abordagem integrada, que concilie a produção agropecuária com a proteção ambiental, visando a uma gestão mais sustentável das Áreas de Preservação Permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

LIVROS

AMARAL, J.; CARVALHO, M.; CAPANEMA, L.; CARVALHO, A. **Gestão de recursos naturais no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2020.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRANDÃO, C. R. **Meio ambiente e educação popular**: a crise e a busca de novos caminhos. São Paulo: Cortez, 2001.

CORALINA, Cora. Rio Vermelho. *In*: CORALINA, Cora. **Poemas dos becos de Goiás e estórias mais**. São Paulo: Global, 1996. p. 80-81.

DIAMOND, J. M. **Colapso como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico de pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa, 2014.

DIAS, R. **Meio ambiente e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2010.

DIAZ, S.; TILMAN, D.; FARGIONE, J. *et al.* Biodiversity regulation of ecosystem services. *In*: HASSAN, Rashid *et al.* **Ecosystems and human well-being: current state and trends**. Washington, D.C.: Island Press, 2005. p. 279-329.

EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte no Cerrado brasileiro. *In*: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. (ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

FERREIRA, A. B.; FERREIRA, C. R. **Meio ambiente e sustentabilidade**: desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Editora Sustentável, 2008.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura brasileira de baixo carbono. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília : Ipea, 2016. p. 343-366.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes, 2001.

LEUZINGER, M. D. Código florestal: problemas e soluções. *In*: CONCEIÇÃO, M. C. F. (coord.). **Os quarenta anos do Código Florestal Brasileiro**. Rio de Janeiro: Emerj, 2007. p.151-197.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa; CNPQC, 2000.

MARA, L. R. **Meio ambiente e pastagem**: práticas sustentáveis para a pecuária. São Paulo: Editora Agropecuária, 2012.

MUELLER, C. C.; MARTHA JÚNIOR, B. A agropecuária e do desenvolvimento socioeconômico recente do Cerrado. *In*: FALEIRO, F. G.; FARIA NETO, A. L. (ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A.C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem. *In*: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Editora UFSM, 2011.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAMBUICHI, R. H. R; OLIVEIRA, M. A. C.; SILVA, A. P. M.; LUEDEMANN, G. A **sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira**: impactos, políticas públicas e desafios. Brasília, DF: Ipea, 2012.

SANTOS, A. P. **Políticas públicas e a proteção do meio ambiente no Brasil**: desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Editora Sustentável, 2022.

SANTOS, M. **O meio ambiente e a construção do território**. São Paulo: Contexto, 2013.

SILVA, A. A.; BARBALHO, M. G. S. Os fatores naturais, o uso, a chuva e a enchente no Rio Vermelho na Cidade De Goiás-GO em 2001. *In*: GOMES, I. A. (org.). **A geografia na contemporaneidade**. Ponta Grossa: Atena, 2018. p. 126-135.

SILVA, A. A.; BARBALHO, M. G. S. Os fatores naturais, o uso, a chuva e a enchente no Rio Vermelho na Cidade De Goiás-GO em 2001. *In*: GOMES, I. A. (org.). **A geografia na contemporaneidade**. Ponta Grossa: Atena, 2018. p. 126-135.

TORRES, A. C. **Meio ambiente e pastagem**: impactos e desafios. Editora Ambiental, 2017.

ARTIGOS

ABREU, A.H.; OLIVEIRA, R. de. Regime jurídico das matas ciliares. **Boletim dos Procuradores da República**, Brasília, ano 4, n. 48, p. 3-8, 2002.

AGUIAR, D. A.; MELLO, M. P.; NOGUEIRA, S. F.; GONÇALVES, F. G.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. MODIS Time Series to Detect Anthropogenic Interventions and Degradation Processes in Tropical Pasture. **Remote Sensing**, v. 9, n. 73, p. 1-20, 2017.

AMORIM, I.; HOMMA, A. K. O. Evolução do desmatamento e do passivo ambiental em projeto de assentamento de reforma agrária no sudeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-31, 2020.

AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M.; SOUZA FILHO, E. E. Caracterização hidrológica e geomorfológica dos afluentes da Bacia do Rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 1, p. 43-54, 2009.

BAKKER, K.; MORINVILLE, C. The governance dimensions of water security: a review. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 371, n. 2002, p. 1-18, 2013.

BARBOSA, A. S., ARAÚJO, L. M. Pré-História do Cerrado. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, Seção Especial Território Cerrado, v. 9, n. 2, p. 1-29, 2020. Disponível em: <<https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/10860>>. Acesso em: 24 set. 2023.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 2011.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6.630, p. 253-260. 1997.

DE GROOT, R. S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, v. 7, n. 2, p. 105-109, 1987.

DOMINGUES, A. L.; MIRANDA, L. S.; BURIOL, G. A.; LIPP NISSINEN, K. H. **Delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) de lagoas: uma proposta metodológica**. In: SIMPÓSIO PROCESSOS ECOLÓGICOS, RESTAURAÇÃO E ECOVALORAÇÃO EM ZONAS RIPÁRIAS. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/areas_preservacao/ANAIS_SIMPOSIO_AQUARIPARIA_2012.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2002.

FERREIRA, G. A.; FERREIRA, S. L. Aspectos ambientais e sustentabilidade: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2015.

FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G.; LATRUBESSE, E. M.; MIZIARA, F. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. **Journal of Land Use Science**, v. 11, p. 33-47, 2014.

FRANCO, J.G. O.; ALMEIDA, L. Impactos da legislação florestal em pequenas propriedades, seus efeitos colaterais e a necessidade de contrapartidas: a alternativa do pagamento por serviços ambientais. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE DIREITO FLORESTAL AMBIENTAL, 7. 2009, Curitiba. Disponível em: <<http://www.wrsaopaulo.com/arquivos/Congresso/VIIICongresso>>. Acesso em: 16 set. 2023.

HOUGHTON, R.A. The worldwide extent of land-use change. **Bioscience**, v. 44, p. 305-315, 1994.

LAMBIN, E. F.; GIBBS, H. K.; FERREIRA, L.; GRAU, R.; MAYAUX, P.; MEYFROIDT, P.; MORTON, D. C.; RUDEL, T. K.; GASPARRI, I.; MUNGER, J. Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. **Global Environmental Change**, v. 23, p. 892-901, 2013.

LAURANCE, W. F., BALMFORD, A. A global map for road building. **Nature**, v. 495, n. 7441, p. 308-309, 2013.

MACIEL, L. G. Meio ambiente ecologicamente equilibrado: o problema da eficácia das reservas legais e áreas de preservação permanente. **Constituição e Democracia**, Brasília, DF, v. 29, p. 15, 2009.

METZGER, J. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 92-99, 2010.

MURO, S. M. Legislação ambiental e a dinâmica do uso da terra. **Revista de Direito Ambiental**, v. 18, n. 70, p. 29-45, 2013.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

PARENTE, L.; FERREIRA, L. G.; OLIVEIRA, S.; HOFFMANN, M. T. Dinâmica do uso e cobertura da terra no Cerrado: modelagem espaço-temporal de mudanças agrícolas em áreas de proteção ambiental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 8, n. 2, p. 123-135, 2017.

POMPEU, A. Julgamento concluído: STF mantém anistia a proprietários rurais e maior parte do Código Florestal. **Consultor Jurídico**, 28 fev. 2018. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2018-fev-28/stf-mantem-anistia-codigo-florestal-proprietarios-rurais/>>. Acesso em: 21 maio 2024.

PRESSEY, R. L.; BOTTRILL, M. C. Approaches to landscapes and seascape-scale conservation planning: convergence, contrasts and challenges. **Oryx**, v. 43, n. 4, p. 464-475, 2009.

RANDS, M. R. W. Meio ambiente e pastagem: desafios e oportunidades para a conservação sustentável. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, n. 5, p. 1013-1021, 2010.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RODRÍGUEZ, J. P.; RODRÍGUEZ-CLARK, K. M.; OLIVEIRA-MIRANDA, M. A. Establishing UCN red list criteria for threatened ecosystems. **Conservation Biology**, v. 25, n. 1, p. 21-29, 2011.

SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K.; NASCIMENTO, T. A evolução do Código florestal brasileiro. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, Aracaju, v. 2, n. 3, p. 271-290, 2015.

SANTOS, F. P; MIZIARA, F. A expansão da fronteira agrícola em Goiás: análise da influência das características "naturais" do espaço. *In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS*, 4., Brasília, 2008. **Anais...** 2008. p. 1-12.

SILVA, E. B.; ROCHA, G. F.; ANJOS, A. F.; JÚNIOR, L. G. F.; FARIA, A. S.; SILVA, J. R.; ARANTES, A. E. Mapeamento de mudança de uso e cobertura da terra no bioma Cerrado entre 1975 e 2010 a partir da classificação de imagens Landsat. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO*

DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., Foz do Iguaçu, 2013, São José dos Campos: Inpe, 2013. p. 1626-1633.

SILVA, E. O. **Elementos estruturais do negócio jurídico**. Disponível em: <<https://direitonarede.com/elementos-estruturais-do-negocio-juridico>>. Acesso em: 22 maio 2024.

SMITH, W. S.; SILVA, F. L.; BIAGIONI, R. C. Desassoreamento de rios: quando o poder público ignora as causas, a biodiversidade e a ciência. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 22, p. 1-20, 2019.

STRASSBURG, B. B. N. Global impact of land-based climate mitigation options. **Global Change Biology**, v. 20, n. 3, p. 742-757, 2014.

STRASSBURG, B. B. N.; BEYER, H. L.; CROUZEILLES, R.; IRIBARREM, A.; BARROS, F.; SIQUEIRA, M. F.; BALMFORD, A. Estimating the global conservation potential of an extensive network of indigenous lands. **Nature Communications**, v. 8, p. 1853, 2017.

TEIXEIRA NETO, A. Estrutura fundiária do estado de Goiás – 2003. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 129-160, 2011.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.

VIEIRA, P. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, estado de Goiás. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 385-400, 2014.

WATSON, J. E. M., DUDLEY, N., SEGAN, D. B.; HOCKINGS, M. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67-73, 2014.

TESES E DISSERTAÇÕES

ARANTES, A. E. **Caracterização biofísica e potencial à intensificação sustentável da pecuária brasileira em pastagens**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BAYER, M. **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do Rio Araguaia**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

CASTRO, M. de. **Os institutos da reserva legal e área de preservação permanente nas propriedades rurais: a preservação do meio ambiente na lei 12.651/12**. Dissertação (Mestrado em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014.

MURO JÚNIOR, A. **Proposta de implementação de legislação ambiental, através de políticas de controle de poluição atmosférica, por meio de sistemas de monitoramento**

passivo. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PERES, I. K. **Conflitos nas políticas ambientais:** uma análise do processo de alteração do Código Florestal Brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

PETRIC, E. G. **A conversão de multas ambientais como ferramenta para conservação da biodiversidade:** um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

REGO, Janete Silva. **Dinâmica do carbono em solos sob áreas de pastagens no Bioma Cerrado.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

ROSA, T. M. **A enchente do Rio Vermelho na Cidade de Goiás (GO) em 31 de dezembro de 2001 e seu impacto nas discussões sobre meio ambiente, memória e patrimônio (2001-2007).** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em História) - Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2021.

SANTOS, F. P. **Formação e expansão da fronteira agrícola em Goiás: a construção de indicadores de modernização.** Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTOS, P. S. **Caracterização e mapeamento biofísico ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho a partir de dados remotamente sensoriados.** Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SILVA, J. R. **Dinâmica do carbono em solos sob áreas de pastagens no Bioma Cerrado.** Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

VIEIRA, P. **Dinâmica de ocupação, vulnerabilidades e cenários para a Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho, Goiás-GO.** Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia 2013.

DOCUMENTOS LEGAIS

BRASIL (1934a). **Decreto nº 23.793**, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____ (1934b). **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____ (1934c). **Decreto nº 23.672**, de 2 de janeiro de 1934. Aprova o Código de Caça e Pesca. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23672-2-janeiro-1934-498613-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL (1934d). **Decreto nº 24.645**, de 10 de julho de 1934. Estabelece medidas de proteção aos animais. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24645-10-julho-1934-516837-publicacaooriginal>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

_____. (2012b). **Decreto nº 7.830**, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7830.htm>. Acesso em: 14 mar. 2022.

_____. (2013b). **Lei nº 18.104**, de 18 de julho de 2013. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/90203/lei-18104>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. (2021a). Conselho Monetário Nacional. **Resolução CMN nº 4.943**, de 15 de setembro de 2021. Altera a Resolução nº 4.557, de 23 de fevereiro de 2017, que dispõe sobre a estrutura de gerenciamento de riscos, a estrutura de gerenciamento de capital e a política de divulgação de informações. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4943>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

_____. (2021b). Conselho Monetário Nacional. **Resolução CMN nº 4.945**, de 15 de setembro de 2021. Dispõe sobre a política de responsabilidade social, ambiental e climática e sobre as ações com vistas à sua efetividade. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4945>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução Conama nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1997_Res_CONAMA_237.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente, **Resolução Conama nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_303.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2006_Res_CONAMA_369.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

_____. **Constituição Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

GOIÁS [Estado] (2013a). **Lei nº 18.102**, de 18 de julho de 2013. Dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente e respectivas sanções, institui o processo administrativo para sua apuração no âmbito estadual. Disponível em: <<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/90204/pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho**. Goiás, mar. 2011. Disponível em: <<https://goias.gov.br/meioambiente/wp-content/uploads/sites/33/2015/11/cbh-rio-vermelho-proposta-de-instituicao-b74.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2023.

_____. **Lei nº 20.694**, de 26 de dezembro de 2019. Dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do Estado de Goiás. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/100893/lei-20694>. Acesso em: 13 mar. 2024.

_____. **Lei nº 21.231**, de 10 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a regularização de passivos ambientais de imóveis rurais e urbanos, bem como a compensação florestal e a compensação por danos para regularizar a supressão da vegetação nativa realizada sem a prévia autorização do órgão ambiental competente, também a definição dos parâmetros da compensação florestal e da reposição florestal no Estado de Goiás. Disponível em: <<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/104746/pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

PUBLICAÇÕES EM PERIÓDICOS

‘ANÁLISE de dados do CAR é o grande desafio do governo’ diz diretor do SFB. **Canal Cultura**, 8 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/feiras-e-eventos/analise-do-car-e-o-grande-desafio-do-governo-diz-diretor-do-sfb/>>. Acesso em: 14 out. 2022.

ALVES, R.; SANTA RITA, B. Enchente atinge construções históricas da parte baixa da Cidade de Goiás. **Correio Braziliense**, 24 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/03/24/interna-brasil,745038/enchente-atinge-construcoes-historicas-da-parte-baixa-da-cidade-goias.shtml>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

BARBOSA, D. Esboço cita corte de 15% a 30% de CO2 para país em desenvolvimento. **G1Globo**, 11 dez. 2009. Disponível em: <<https://g1.globo.com/Sites/Especiais/Noticias/0,,MUL1411692-17816,00-ESBOCO+CITA+CORTE+DE+A+DE+CO+PARA+PAIS+EM+DESENVOLVIMENTO.html>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BAYER, M. “O aumento das praias do Araguaia é um dos sintomas a revelar que ele está doente”. Entrevista concedida a Elder Dias, Euler de França Belém, Cezar Santos e Marcelo Mariano. **Jornal Opção**, 12 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-aumento-das-praias-do-araguaia-e-um-dos-sintomas-revelar-que-ele-esta-doente-102161>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

ENCHENTE do Rio Vermelho causa estragos na cidade de Goiás. **Sagres**, 10 jan. 2011. Disponível em: <<https://sagresonline.com.br/enchente-do-rio-vermelho-causa-estragos-na-cidade-de-goias/>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

KAMENACH, J. Rio Vermelho transborda após temporal e Cidade de Goiás está em alerta máximo. **Jornal Opinião**, 20 fev. 2024. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/rio-vermelho-transborda-apos-temporal-e-cidade-de-goias-esta-em-alerta-maximo>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

OLIVEIRA, D. Cheia do Rio Vermelho assusta moradores na cidade de Goiás. **G1Globo**, 19 fev. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2022/02/19/cheia-do-rio-vermelho-assusta-moradores-na-cidade-de-goias-video.ghtml>>. Acesso em: 24 mar. 2024.

PORTELA, Y. Rio Vermelho é desviado do seu leito original e ameaça lago dos Tigres secar. **Canal Notícias Araguaia**, 15 out. 2021. Disponível em: <<https://www.canalnoticiasaraguaia.com/noticias/brasil/1161926>>. Acesso em: 13 ago. 2023.

RIO ARAGUAIA pode secar em até 40 anos, revela estudo da polícia em GO. **G1 - Globo**, 9 set. 2014. Disponível em: <<https://g1.globo.com/goias/noticia/2014/09/rio-araguaia-pode-secar-em-ate-40-anos-revela-estudo-da-policia-em-go.html>>. Acesso em: 23 set. 2023.

WOLFF, I. Anistia para crimes ambientais em Goiás? Entenda o PL 350/23. **Jornal Opinião**, 11 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/meio-ambiente/governo-sanciona-pl-que-permite-anistia-a-desmatamento-ilegal-499678/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

_____. Governo sanciona PL que permite anistia a desmatamento ilegal. **Jornal Opinião**, 15 jun. 2023. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/reportagens/pl-350-23-498460/>>. Acesso em: 12 set. 2023.

RELATÓRIOS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Relatório Anual 2019**: exportações brasileiras de carne bovina. São Paulo: Abiec, 2019.

DEL'ARCO, J. O.; RIOS, A. J. W; DAMBRÓS, L. A.; TARAPANNOFF, I.; NOVAES, A. S. S. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia - Trecho Barra do Garças (MT) - Luiz Alves (GO)**. Goiânia: CDP; IBGE, 1999.

LIPP-NISSINEN, K. H; DOMINGUES, A. L. **Monitoramento de áreas de preservação permanente próximas a culturas de arroz irrigado em regiões de vulnerabilidade ecoclimática no estado do Rio Grande do Sul**: projeto piloto no município de Mostardas. Relatório Parcial de Pesquisa – Fase III, Fepam, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/areas_preservacao/Relatório_Delim_APP_Lagoa_dos_Gateados_maio2012.pdf>. Acesso em: 17 de nov. de 2022.

STRASSBURG *et al.* **Aumentando a produção agrícola e evitando o desmatamento**: um estudo de caso para o Mato Grosso, Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Internacional para Sustentabilidade; Instituto Centro de Vida, 2012.

OUTRAS FONTES CONSULTADAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa) 2021. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo** (1 jun. 2021). 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: 14 ago. 2023.

_____ (2022a). **Brasil pode superar a Índia em 2023 na produção de grãos** (22 set. 2022). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73611968/brasil-pode-superar-a-india-em-2023-na-producao-de-graos>>. Acesso em: 27 out. 2023.

_____ (2022b). **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>>. Acesso em: 27 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The state of food insecurity in the world 2009: Economic crises – impacts and lessons learned**. Roma: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

GOIÁS [Estado]. **Goiás atinge 100% de imóveis rurais cadastrados no CAR** (11 jan. 2024). Disponível em: <<https://goias.gov.br/meioambiente/goias-atinge-100-de-imoveis-rurais-cadastrados-no-car/>>. Acesso em: 24 fev. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 21 maio 2021.

MAPBIOMAS (2004). **Coleção 9.0**: dados geoespaciais sobre cobertura e uso do solo no Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/colecao-9>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MAPBIOMAS (2018). **Coleção 3.0**: dados geoespaciais sobre cobertura e uso do solo no Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/colecao-3>>. Acesso em: 12 out. 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (2012). **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília: Mapa, 2012.

_____ (2018). **Brasil antecipa meta de reduzir emissão de CO2 com a agropecuária sustentável** (12 dez. 2018). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-antecipa-meta-de-reduzir-emissao-de-co2-com-a-agropecuaria-sustentavel>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

_____ (2023). **Projeções do agronegócio: Brasil 2022/23 a 2032/33** (2023). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2022-2023-a-2032-2033.pdf/view>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (2023). **Resultados do Plano** (16 ago. 2023). Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/plano-abc/acoes-do-plano>>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2023). **Regularização ambiental: boletim informativo**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/manuais/Boletim_Informativo_Outubro_de_2023.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

RIO Vermelho. Intérprete: Marcelo Barra. Compositor: Manoel Amorim Félix de Souza. *In: Somos Goiás*. Intérprete: Marcelo Barra. Gravação independente, 1995. 1 CD, faixa 14 (4 min).