



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS – IFCHS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEOG



BRUNO SARKIS VIDAL

# **A EXPANSÃO DA SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: MUDANÇAS AMBIENTAIS EM RORAIMA**

Manaus  
2024

BRUNO SARKIS VIDAL

**A EXPANSÃO DA SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: MUDANÇAS  
AMBIENTAIS EM RORAIMA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas como requisito final para a obtenção de título de Mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Domínios da Natureza na Amazônia  
Orientação: Prof. Dr. João Cândido André da Silva Neto

Manaus  
2024

## Ficha Catalográfica

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

V648e Vidal, Bruno Sarkis  
A expansão da soja na Amazônia Setentrional: mudanças ambientais em Roraima / Bruno Sarkis Vidal. 2024  
142 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: João Cândido André da Silva Neto  
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas.

1. Roraima. 2. Soja. 3. Geografia Física Crítica. 4. Uso da Terra. 5. Vulnerabilidade Ambiental. I. Silva Neto, João Cândido André da. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

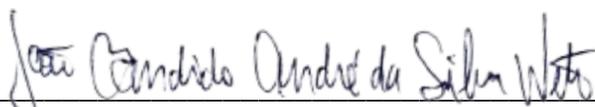
BRUNO SARKIS VIDAL

**A EXPANSÃO DA SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL:  
MUDANÇAS AMBIENTAIS EM RORAIMA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas como requisito final para a obtenção de título de Mestre em Geografia.

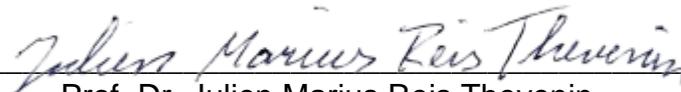
Aprovada em 30 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. João Cândido André da Silva Neto  
Universidade Federal do Amazonas  
Presidente da Banca (PPGEOG – UFAM)



---

Prof. Dr. Julien Marius Reis Thevenin  
Universidade do Estado do Amazonas  
Membro Titular Externo (PPGG – UEA)



---

Prof. Dr. Ricardo José Batista Nogueira  
Universidade Federal do Amazonas  
Membro Titular Interno (PPGEOG – UFAM)

## DEDICATÓRIA

Ao meu avô, João Ferreira Vidal (*in memoriam*),  
pelo incentivo à pesquisa e por ser o homem  
mais íntegro e ético que conheci. E a minha  
família, sem eles nada seria possível.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e saúde.

Como disse o saudoso professor José Aldemir de Oliveira (*in memoriam*), o ato de escrever é um ato de leitura, é um processo doloroso, inspirador e transpirador, um trabalho que exige muita dedicação, um processo de disciplina, de sentar, de trabalhar o texto, de revisar, escrever e reescrever. Pode parecer que o desenvolvimento do trabalho acadêmico seja solitário, devido a peculiaridade do individual, de ter apenas um autor, no entanto, a pesquisa é fruto de um coletivo, seja por mim e pelo meu orientador nas colaborações e correções, seja pelas discussões e conversas com os professores, amigos da pós-graduação e graduação nos encontros e desencontros vividos na universidade. Portanto, devo agradecer as inúmeras pessoas que colaboraram na minha caminhada acadêmica e no desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço especialmente ao meu orientador de toda minha trajetória acadêmica trilhada até então, o amigo, parceiro de viagem, padrinho de casamento, e acima de tudo, o excelente Professor João Cândido André da Silva Neto, pelos conselhos, incentivos e apoio nesta pesquisa, e que além desta dissertação, me orientou na monografia, em três projetos de iniciação científica, os PIBIC's de 2017, 2018 e 2019, dois projetos de pesquisas da FAPEAM e em duas monitorias durante a graduação. Obrigado pela paciência e incentivo na reta final da dissertação.

Ao meu avô, João Ferreira Vidal (*In memoriam*), biólogo e pesquisador nato que sempre foi o meu maior exemplo de luta e determinação nessa vida.

Agradeço as minhas famílias Sarkis e Vidal, especialmente aos meus pais, Jailson Vidal e Sivita Sarkis que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória, sem eles nada seria possível. Meus irmãos Jéssica, Nathy e João pelo companheirismo.

À minha companheira e esposa Ana Mayssa, pelo amor, carinho e mútuo respeito durante esta jornada. O teu afago foi importante para amenizar os dias nublados e estressantes do cotidiano. Amo-te!

Agradeço a família que ganhei após o casamento, os "Pontes", especialmente a minha sogra Rusimara, a minha cunhada Maria Eduarda e a avó Filamita Lima pelas conversas e cafés à tarde.

Agradeço aos amigos que a universidade me proporcionou, ao Fredson Bernardino pelas ricas contribuições, ao Fernando Monteiro (Formamos o trio BFFs, Bruno, Fredson e Fernando ou Best Friends Forever). Ao Leandro Félix, Carlos Eduardo, Ednaldo Severo, Yan Borges, Feliciano Maciel, Gabriel Ximenes, Kemya Andrade, Thiago Neto e Kamila Craveira.

Um agradecimento especial ao Yuji Santos, Felipe de Jesus e Samuel Lukas pela ajuda no trabalho de campo em Roraima. E ao grupo Análise Tática pelo humor descontraído durante os dias difíceis.

Ao Laboratório de Hidrogeografia, Climatologia e Análise Ambiental da Amazônia, o HIDROGEO, pelo acervo bibliográfico, o laboratório que foi a minha primeira casa durante bons semestres da graduação e pós-graduação, nas dependências do HIDROGEO que foi escrita esta pesquisa durante manhãs, tardes e noites regadas de orientações a conversas descontraídas, acompanhadas de um bom café preto com as amizades feitas durante os anos de pesquisa.

Aos amigos do Grupo de Estudo de Epistemologia da Geografia na Amazônia – GEEGA pelas ricas reuniões, debates e contribuições.

Agradeço ao Departamento de Geografia e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEOG), especialmente professores que contribuíram nesta dissertação, à Natacha Aleixo, Antonio Fábio Vieira, Rogério Marinho, Deivison Molinari, Manuel Masulo, Ricardo Nogueira, Paola Santana, Adorea Albuquerque e José Alberto.

Agradeço aos membros avaliadores da banca de qualificação e defesa final da dissertação, os professores Julien Thevenin e Ricardo Nogueira pela contribuição valiosa, sugestões construtivas e pelo debate teórico para o avanço da ciência geográfica.

E por final, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado que ajudou a tornar esta pesquisa concreta.

## EPÍGRAFE

A escrita, sobretudo, é uma dimensão civilizatória, é um ato ético de humanidade, de nossa contribuição como processo civilizatório.

**José Aldemir de Oliveira**

Foi o começo da vida de geógrafo: ler e interpretar a paisagem, ter a noção da sequência dos cenários de um determinado espaço, passou a ser uma constante em toda a minha vida.

**Aziz Ab'Saber**

VIDAL, Bruno Sarkis. **A expansão da soja na Amazônia Setentrional: mudanças ambientais em Roraima.** 2024. 142f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

## RESUMO

Nos últimos 50 anos, a soja foi o principal grão que se expandiu nas áreas agrícolas do Brasil e do Mundo. O estudo identifica um novo paradigma na produção de soja no Brasil, destacando o avanço da fronteira agrícola na Amazônia Setentrional. O objetivo principal da dissertação é analisar as transformações ambientais resultantes da expansão da cultura da soja em Roraima, buscando explicar as mudanças no uso e cobertura da terra em uma perspectiva temporo-espacial, e analisar a vulnerabilidade ambiental da área de estudo. Dividida em três capítulos, a pesquisa inicia discutindo os fundamentos teóricos da Geografia Física Crítica, explorando a relação entre sociedade e natureza e os conceitos de ambiente e território. Em seguida, caracteriza-se a área de estudo localizada no centro-sul de Roraima, abordando a geoeconomia e geopolítica da soja na região, além de analisar a história da expansão da cultura da soja e os principais atores envolvidos nesse processo. O terceiro capítulo se dedica a analisar as mudanças ambientais e os conflitos em Roraima, utilizando dados de uso e cobertura da terra, vulnerabilidade ambiental e relatos de campo para ilustrar e analisar essas transformações. Os resultados são observados a partir de uma revisão sistemática da literatura, trabalho de campo e mapeamento do uso e cobertura da terra em Roraima. O uso de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi fundamental na análise mais aprofundada dos fatores e consequências associados à expansão da soja na região. Os resultados destacam um aumento de 8.750% na produção de soja em Roraima em 12 anos, refletindo o avanço da frente pioneira e a integração da área de estudo nos circuitos globais de comercialização. Isso viabiliza a soja e seus derivados como peças-chave na economia estadual, representando 59% do total dos produtos exportados para o ano de 2023. Contudo, observa-se que o aumento da produção está associado à conversão de áreas naturais para áreas de agropecuária, acompanhada pelo aumento da degradação das pastagens e do desmatamento ao longo dos últimos anos, o que colabora para o aumento da vulnerabilidade ambiental na área de estudo. Apesar da classe de vulnerabilidade baixa predominar, ocupando 73,85% da área total, as classes de vulnerabilidade média (32,27%) e alta (0,58%) já demonstram impactos ambientais relevantes, especialmente em áreas críticas sujeitas a degradação e maior pressão ambiental, o que exige atenção para mitigar esses impactos.

**Palavras-chave:** Roraima, Soja, Geografia Física Crítica, Uso da Terra, Vulnerabilidade Ambiental

## ABSTRACT

Over the past 50 years, soybeans have been the primary grain to expand in agricultural areas in Brazil and around the world. This study identifies a new paradigm in soybean production in Brazil, highlighting the advancement of the agricultural frontier in Northern Amazonia. The main objective of the dissertation is to analyze the environmental transformations resulting from the expansion of soybean cultivation in Roraima, aiming to explain the changes in land use and land cover from a temporal-spatial perspective and to assess the environmental vulnerability of the study area. Divided into three chapters, the research begins by discussing the theoretical foundations of Critical Physical Geography, exploring the relationship between society and nature, and the concepts of environment and territory. Next, the study area, located in the south-central part of Roraima, is characterized, addressing the geoeconomics and geopolitics of soybeans in the region, and analyzing the history of soybean expansion and the main actors involved in this process. The third chapter focuses on analyzing environmental changes and conflicts in Roraima, using land use and land cover data, environmental vulnerability, and field reports to illustrate and assess these transformations. The results are drawn from a systematic literature review, fieldwork, and mapping of land use and land cover in Roraima. The use of a Geographic Information System (GIS) was crucial for a more in-depth analysis of the factors and consequences associated with soybean expansion in the region. The results highlight an 8,750% increase in soybean production in Roraima over 12 years, reflecting the advancement of the pioneer front and the integration of the study area into global marketing circuits. This positions soybeans and their derivatives as key components of the state's economy, representing 59% of the total products exported in 2023. However, it is observed that the increase in production is associated with the conversion of natural areas into agricultural land, accompanied by the degradation of pastures and deforestation in recent years, which contributes to the rising environmental vulnerability in the study area. Although the low vulnerability class predominates, covering 73.85% of the total area, the medium vulnerability class (32.27%) and the high vulnerability class (0.58%) already show significant environmental impacts, particularly in critical areas subject to degradation and greater environmental pressure, which calls for attention to mitigate these impacts.

**Keywords:** Roraima, Soybeans, Critical Physical Geography, Land Use, Environmental vulnerability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudo na escala do estado de Roraima. ....	24
<b>Figura 2.</b> Características gerais do mapeamento do MapBiomas .....	31
<b>Figura 3.</b> Etapas principais do processo de geração dos mapas anuais de uso e cobertura da terra.....	32
<b>Figura 4:</b> Exemplo de ponderação. ....	33
<b>Figura 5:</b> Exemplo de fatiamento.....	33
<b>Figura 6:</b> Exemplo do processo de interpolação. ....	34
<b>Figura 7.</b> Autores da Geografia Física Crítica.....	45
<b>Figura 8.</b> Principais autores citados da Geografia Física Crítica. ....	46
<b>Figura 9.</b> Principais palavras-chave da Geografia Física Crítica. ....	46
<b>Figura 10:</b> Organograma metodológico para definição da vulnerabilidade ambiental. ....	56
<b>Figura 11:</b> Pesos aplicados sobre as variáveis para definição da vulnerabilidade ambiental.....	59
<b>Figura 12.</b> Prioridades das variáveis no método AHP e matriz de decisão.....	60
<b>Figura 13.</b> Localização da área de estudo.....	62
<b>Figura 14.</b> Domínios estruturais de Roraima. ....	63
<b>Figura 15.</b> Estruturas geológicas da área de estudo. ....	65
<b>Figura 16.</b> Unidades geomorfológicas da área de estudo. ....	67
<b>Figura 17.</b> Perfil topográfico da Serra Grande (Planalto Residual) e planícies. ....	68

<b>Figura 18.</b> Pediplano Rio Branco – Rio Negro e Planalto Residual de Roraima ao fundo. ....	69
<b>Figura 19.</b> Depressão Boa Vista.....	70
<b>Figura 20.</b> Tipos de solos da área de estudo.....	71
<b>Figura 21.</b> Perfis de Latossolo Amarelo: A) Em região de savana próximo à Boa Vista. B) Em área florestada próximo à Rorainópolis. ....	72
<b>Figura 22.</b> Climatologia da área de estudo.....	74
<b>Figura 23.</b> Climograma de Boa Vista (1992-2022) .....	75
<b>Figura 24.</b> Precipitação na área de estudo utilizando os dados do CHIRPS.....	76
<b>Figura 25.</b> Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual. ....	77
<b>Figura 26.</b> Savana Arborizada em Roraima.....	78
<b>Figura 27.</b> Vegetação da área de estudo.....	79
<b>Figura 28.</b> Produção mundial de soja em toneladas por países entre 1964 e 2023. 81	
<b>Figura 29.</b> Área cultivada (mil hectares) e produção de soja (mil toneladas) no Brasil (1964 a 2023).....	82
<b>Figura 30.</b> Periodização da expansão da soja no Brasil.....	84
<b>Figura 31.</b> Expansão da soja no Brasil. ....	85
<b>Figura 32.</b> Exportações de Roraima em 2022 e 2023 em milhões de US\$. ....	86
<b>Figura 33.</b> Principais produtos exportados em 2023. ....	87
<b>Figura 34.</b> Principais destinos dos produtos exportados de Roraima em 2022 e 2023. ....	88
<b>Figura 35.</b> Sistema de Objetos na área de estudo. ....	93
<b>Figura 36.</b> Silo de armazenagem de grãos, região de Bonfim em Roraima. ....	94

<b>Figura 37.</b> Fazenda Savana, região de Bonfim em Roraima. ....	95
<b>Figura 38.</b> Glebas do estado de Roraima. ....	100
<b>Figura 39.</b> Uso e cobertura da terra na área de estudo em 1985. ....	106
<b>Figura 40.</b> Gados em área de pastagem em Cantá, Roraima. ....	107
<b>Figura 41.</b> Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2000. ....	108
<b>Figura 42.</b> Mapa da qualidade da pastagem na área de estudo em 2022. ....	110
<b>Figura 43.</b> Plantio de soja mecanizado na área de estudo. ....	111
<b>Figura 44.</b> Gráfico de Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2022. ....	112
<b>Figura 45.</b> Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2022. ....	113
<b>Figura 46.</b> Desaparecimento de corpos hídricos entre 1969 e 2022. ....	114
<b>Figura 47.</b> Análise temporo-espacial do uso da terra na área de estudo entre 1985 a 2022. ....	116
<b>Figura 48.</b> Mapa de declividade da área de estudo. ....	119
<b>Figura 49.</b> Classes de declividade distribuídas na área de estudo. ....	120
<b>Figura 50.</b> Mapa de erosividade na área de estudo. ....	121
<b>Figura 51.</b> Mapa de vulnerabilidade ambiental na área de estudo. ....	124
<b>Figura 52.</b> Vulnerabilidade ambiental baixa na área de estudo. ....	125
<b>Figura 53.</b> Vulnerabilidade ambiental média na área de estudo. ....	126
<b>Figura 54.</b> Vulnerabilidade ambiental alta na área de estudo. ....	127
<b>Figura 55.</b> O lavrado como resultado da interação entre o ambiente, exploração (pecuária e plantação de soja) e a ação de agentes capitalizados de grande porte (infraestrutura de fixos para viabilidade socioeconômica). ....	128

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Fontes utilizadas para as temáticas da caracterização da área de estudo. .....	29
<b>Quadro 2.</b> Classes por nível da coleção 8 do MapBiomias .....	31
<b>Quadro 3:</b> Escala de valores AHP para comparação pareada. ....	55
<b>Quadro 4.</b> Ponderação para as variáveis Geologia e Pedologia. ....	57
<b>Quadro 5.</b> Ponderação para as variáveis Declividade, Uso da Terra, Lagos e Erosividade.....	58
<b>Quadro 6.</b> Táxons geomorfológicos de Roraima. ....	66
<b>Quadro 7.</b> Periodização da soja em Roraima. ....	92
<b>Quadro 8.</b> Periodização da soja em Roraima. ....	96
<b>Quadro 9.</b> Classes de declividade na área de estudo. ....	118
<b>Quadro 10:</b> Classes de interpretação para o índice de erosividade. ....	122
<b>Quadro 11.</b> Classes de vulnerabilidade na área de estudo. ....	123

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Área municipal dentro da área de estudo. ....	61
--	----

## **LISTA DE SIGLAS**

CNAE - Classificação Nacional das Atividades Econômicas

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GFC – Geografia Física Crítica

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ILP – Sistema de Integração Lavoura-Pecuária

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
Revisão Sistemática.....	25
Sistema de Informações Geográficas (SIG) para além de um mecanismo técnico .....	26
Procedimentos metodológicos .....	28
Uso e Cobertura da Terra .....	30
Análise Espacial .....	32
<b>CAPÍTULO 1: POR UMA GEOGRAFIA FÍSICA INTEGRADORA</b> .....	<b>35</b>
1.1 Geografia: uma modesta busca da integração.....	35
1.2 A relação sociedade e natureza .....	37
1.4 Geografia Física Crítica.....	42
1.3 Revisão Bibliométrica da Geografia Física Crítica .....	45
1.5 Inserindo a Geografia Física Crítica no Brasil .....	47
1.6 Ambiente e território .....	50
1.7 Vulnerabilidade ambiental .....	53
1.7.1. Determinando a vulnerabilidade: o método AHP – Processo Analítico Hierárquico.....	54
<b>CAPÍTULO 2 – A SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: A EXPANSÃO DA FRONTEIRA EM RORAIMA</b> .....	<b>61</b>
2.1 Caracterização da área de estudo: condições edafoclimáticas.....	61
Geologia .....	63
Geomorfologia .....	66
Pedologia.....	70
Climatologia .....	73
Vegetação .....	77

2.2 Geoeconomia e geopolítica da soja: fronteiras e frentes pioneiras no século XXI.....	81
2.3 Mosaicos territoriais: o papel do Estado no ordenamento territorial e macrozoneamento de Roraima.....	98
<b>CAPÍTULO 3. MUDANÇAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM RORAIMA .....</b>	<b>105</b>
3.1 Dinâmicas do uso e cobertura da terra .....	105
3.2 Declividade do terreno .....	117
3.3 Erosividade.....	120
3.4 Vulnerabilidade ambiental na área de soja em Roraima .....	122
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>129</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>131</b>

## INTRODUÇÃO

A soja configura-se como uma das principais commodities agrícolas do Brasil, e sua expansão progressiva tem acompanhado o avanço da fronteira agrícola na Amazônia, a conversão de formações naturais em áreas destinadas à agropecuária acarreta uma série de impactos nas esferas econômica, social, política e ambiental.

Passam a ocorrer mudanças nos modos de apropriação no Brasil nos 1990, especialmente na Amazônia, com a manutenção e acentuação dos padrões de desigualdade de poder sobre o ambiente, juntamente com a tendência à especialização de determinadas porções do território e inserção no mercado mundializado das commodity's (Acselrad, 2004).

Algumas das características da expansão da soja são o domínio territorial, a concentração da terra, coerção territorial, expulsão da população rural, mudança no uso e cobertura da terra atrelada ao desmatamento e, principalmente, os conflitos ambientais. A participação de Terras Indígenas, das Unidades de Conservação, Áreas de Proteção Ambientais e Terras Militares no estado de Roraima é de cerca de 74,2% (SEPLAN, 2014; Fahel, 2018), áreas que sofrem pressão ambiental com o avanço do agronegócio em Roraima.

De acordo com Costa (2015), pesquisas sobre desmatamento, pecuária, sojicultura e o mercado de terras na região amazônica, demonstraram intensa relação entre a transformação de florestas originárias em mercadoria, em que a exploração madeireira serviu para a capitalização monetária e financeira para implementação do agronegócio.

Em suma, o que se observa é que a Amazônia atravessa por um conjunto acelerado de transformações socioespaciais que modelam a região, onde ocorre a transfiguração da natureza, na qual converge sua espacialidade em mosaicos territoriais de trabalho e acumulação de capital (Costa Silva; Lima; Conceição, 2018). A mudança ocorre nas técnicas de cultivo e exploração, e na substituição dos grupos sociais da ação, onde a mudança no uso e cobertura da terra transformam rapidamente o ambiente em poucos anos, superando as resistências populares.

Roraima passou e vem passando por uma reconfiguração regional, na qual consiste em aceleradas transformações socioespaciais, sejam os incentivos fiscais,

supercrescimento de áreas plantadas de soja, crescimento de índices de desmatamento, aumento de pressão nas bordas de áreas protegidas e a mudança no uso da terra. Os anos de 2018 a 2022 foram caracterizados pela desregulação e flexibilização de normas e fragilização das agências públicas responsáveis pela sua aplicação. Assim surgiu a emergência de estudos que se proponham a observar de forma sistematizada a mudança mais recente de uso e cobertura da terra, tendo o estado de Roraima como estudo de caso.

É através dos megaprojetos de infraestrutura ou grandes sistemas de objetos (Santos, 2020) que se molda a Amazônia em fixos e fluxos, incluindo a nova dinâmica voltada à cultura da soja em Roraima. Costa Silva, Lima e Conceição (2018), afirmam que os povos e comunidades tradicionais amazônicas, em seus territórios, lugares e modos de vida são os mais atingidos pela transformação da natureza em capital, isto é, em commodities, onde a organização territorial associada ao Estado e ao capital/grandes empresas que realizam estes fixos e fluxos.

À vista disso, considera-se a importância dos conflitos ambientais enquanto objeto de estudo dos aspectos diferenciadores da apropriação de recursos no contexto da Amazônia, o que ganha maior ênfase durante processos acelerados de alteração do território da natureza como é no caso do surgimento da cultura da soja em Roraima.

A transfiguração da natureza, entendida como a transformação dos sistemas naturais em sistemas agrícolas, resulta em diversos problemas de ordem ambiental, como perda de biodiversidade, intensificação de processos erosivos, poluição das águas, assoreamento e contaminação dos rios, conflitos por terras, mudanças microclimáticas e etc.

Nesse sentido, a área de estudo pode ser pensada como passiva à intensificação dos impactos ambientais negativos e pressões ambientais nas áreas protegidas pelo processo de apropriação da natureza que, associada às mudanças ambientais, deve ser prioritariamente analisada e possuir prerrogativa para políticas públicas importantes de conservação e planejamento desse ambiente. O que só pode ser elaborado em função de um levantamento atualizado e sistematizado do uso e cobertura da terra e análise da vulnerabilidade ambiental.

A vulnerabilidade ambiental é um conceito fundamental para compreender as interações entre fatores naturais e sociais que tornam uma área suscetível a impactos negativos, como degradação do solo, desmatamento e perda de biodiversidade. Neste estudo, a análise de vulnerabilidade ambiental foi aplicada para identificar as áreas mais sensíveis às transformações resultantes da expansão da soja em Roraima, considerando aspectos como uso e cobertura da terra, declividade, geologia, pedologia e o entorno dos lagos naturais da área de estudo.

A fim de compreender este fenômeno complexo e multifacetado, adotou-se a abordagem da Geografia Física Crítica, que objetiva integrar os aspectos naturais e sociais do espaço. Tal enfoque contempla as relações de poder, os processos históricos e as dinâmicas territoriais que moldam o ambiente.

A presente pesquisa fundamenta-se em uma revisão sistemática da literatura, trabalho de campo e análise do uso e cobertura da terra, com o propósito de identificar os fatores e as consequências associados à expansão da soja em Roraima.

A estrutura do trabalho compreende três capítulos: 1) No primeiro capítulo, são discutidos os fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia Física Crítica, a relação sociedade e natureza, explorando-se os conceitos de ambiente, território, sua aplicação ao escopo do estudo. 2) No segundo capítulo, a área de estudo, localizada no centro-sul de Roraima, é caracterizada, são apresentadas características da geoeconomia e geopolítica da soja na Amazônia Setentrional, enfatizando-se o papel do Estado e do capital na organização do espaço. Ademais, discute-se a história da expansão da soja na região, bem como os principais atores envolvidos. 3) O terceiro capítulo analisa as mudanças ambientais em Roraima, utilizando dados de uso e cobertura da terra, vulnerabilidade ambiental e relatos de campo para ilustrar e analisar essas mudanças.

O cerne da presente pesquisa reside na identificação e análise de um novo paradigma no panorama da produção de soja no Brasil, notadamente caracterizado pelo avanço da fronteira agrícola na região da Amazônia Setentrional, tal como evidenciado por dados secundários. O objetivo geral do estudo é empreender uma análise aprofundada das transformações ambientais resultantes da expansão da cultura da soja no Estado de Roraima. Para alcançar esse objetivo, delinearam-se objetivos específicos, que incluem a explicação das mudanças no uso e cobertura da

terra numa perspectiva temporo-espacial; e a análise da vulnerabilidade ambiental em Roraima. Este estudo visa contribuir para o entendimento das implicações ambientais e territoriais decorrentes da intensificação da produção de soja nessa região, proporcionando estratégias para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e mitigadoras de impactos.

## **METODOLOGIA**

O avanço da Geografia Física Crítica (GFC) amplia os horizontes epistemológicos da ciência geográfica, afastando-a de reducionismos equivocados e de métodos totalmente positivistas, como modelos padronizados que carecem de uma análise crítica entre a relação sociedade e natureza.

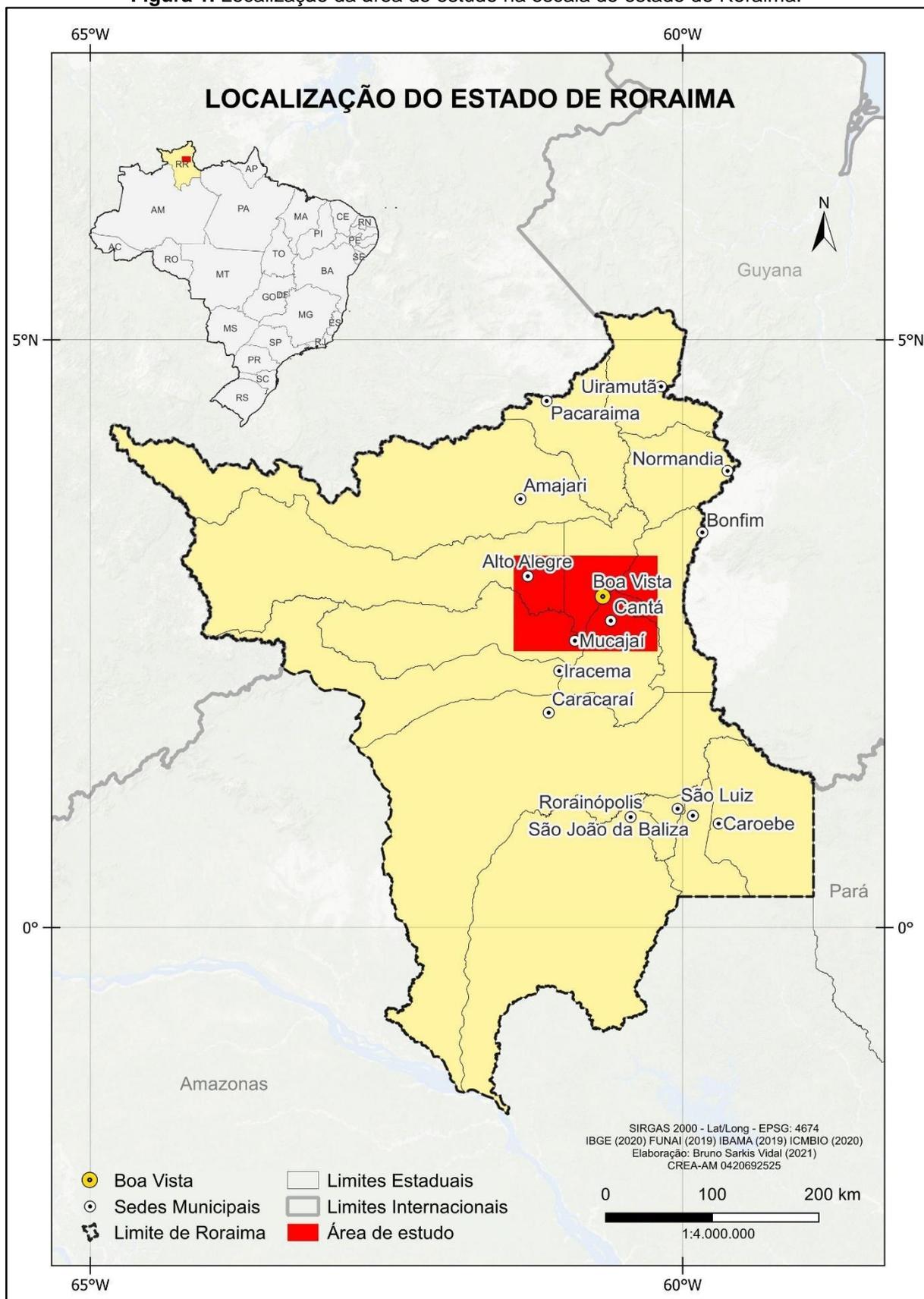
Os principais avanços da GFC é permitir uma abordagem com a capacidade de combinar o conhecimento a respeito do mundo físico-natural, com uma atenção crítica aos aspectos sociais, permitindo que os geógrafos físicos críticos abordam questões complexas de forma mais integradas, considerando além dos aspectos naturais, mas também os sociais, políticos e econômicos relacionados ao ambiente.

Este estudo se concentra em um recorte estratégico do estado de Roraima, localizado na região norte do Brasil, como área de estudo para analisar a expansão da cultura da soja. Roraima emerge como um caso de estudo notável devido às mudanças que estão ocorrendo em sua paisagem nas últimas décadas. Nosso objetivo é analisar os fatores e as dinâmicas por trás dessa expansão da soja, considerando para além dos aspectos econômicos e agrônômicos, bem como os impactos ambientais, sociais e políticos.

Nesse sentido, a abordagem da GFC torna-se essencial para analisar a expansão da soja e as transformações do ambiente no estado de Roraima. A área de estudo é um retângulo envolvente da produção da soja no estado, para delimitação da área de estudo, foi criado um buffer de 5 km de distância a partir das fazendas produtoras do grão registradas em trabalho de campo e gabinete.

De acordo com Rosa (2011), o buffer se trata de uma operação de distância que consiste em delimitar áreas poligonais em torno de uma determinada entidade. Nesse caso, delimitou-se um polígono a partir do dado pontual da localização das fazendas produtoras de soja, e a partir deste polígono da área envolvente, elaborou-se o buffer de 5 km (Figura 1).

**Figura 1.** Localização da área de estudo na escala do estado de Roraima.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

O trabalho de campo é um instrumento chave para superação das ambiguidades geográficas, não priorizando nem a análise dos fatores naturais, nem dos fatores humanos (Serpa, 2006; Claval, 2013). O trabalho de campo foi realizado na área de estudo no mês de maio de 2023, os materiais de apoio utilizados foram câmera fotográfica, caderneta de campo e GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin eTrex 30x, onde se reconheceu a área de estudo, fez-se registros fotográficos, coletas de informações a respeito da soja e do uso da terra

O objetivo do trabalho de campo é a busca da totalidade do espaço, nas mudanças da paisagem e nos conflitos ambientais, sem esquecer os arranjos específicos que tornam cada lugar, bairro ou região uma articulação de fatores físicos e humanos em um mundo fragmentado, contudo, cada vez mais articulado e globalizado (Serpa, 2006).

### **Revisão Sistemática**

Uma revisão sistemática responde a uma pergunta claramente formulada, utilizando métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, bem como coletar e analisar dados de estudos incluídos na revisão (Clarke e Horton, 2001).

Nesse sentido, utilizou-se da revisão sistemática da literatura para selecionar estudos que abordam a Geografia Física Crítica, a relação da Geografia e a produção de soja na Amazônia. O objetivo da revisão sistemática foi identificar os principais conceitos, métodos e resultados dos estudos que analisam os impactos ambientais da expansão da soja em Roraima.

Para evitar vieses de seleção, publicação de uma única rede de autores e outros que podem comprometer a validade e a confiabilidade dos resultados, os métodos de seleção e análise dos dados são estabelecidos antes da revisão ser conduzida, num processo rigoroso e bem definido (Borges, 2016). O procedimento inicia-se com a elaboração da questão, ou seja, o objetivo principal, e de um projeto de revisão. Posteriormente, é realizada uma ampla busca da literatura com palavras-chave, visando identificar o maior número possível de estudos relacionados à questão.

As fontes bibliográficas consultadas foram os periódicos científicos, anais de congressos e simpósios, livros, teses e dissertações nas plataformas e bases de

dados, sendo elas: Periódicos CAPES, Scielo, Web of Science, Science Direc, Google Acadêmico, Catálogo de Dissertações e Teses da CAPES.

O software utilizado para organizar as fontes bibliográficas selecionadas e gerar relatórios bibliométricos foi o VOSviewer. Ele é uma ferramenta para construção e visualização de redes bibliométricas. Na qual, essas redes podem, por exemplo, incluir periódicos, pesquisadores ou publicações individuais, permitindo ser construídas com base em relações de citação, acoplamento bibliográfico, cocitação ou coautoria (VOSviewer, 2023).

### **Sistema de Informações Geográficas (SIG) para além de um mecanismo técnico**

A cartografia e as geotecnologias<sup>1</sup> procuram identificar os processos socioespaciais que assumem relevância nas escalas nacional, regional e estadual, podendo indicar períodos e lugares trilhados pela soja em Roraima, necessário para diferenciar frentes e fronteiras do agronegócio e os limites territoriais desse processo.

O surgimento da cartografia (digital), o sensoriamento remoto e o geoprocessamento vieram com a necessidade crescente da representação do espaço geográfico e de seus fenômenos, permitindo uma análise e sistematização do conhecimento geográfico no âmbito ambiental (Rodriguez, 2005).

Contudo, a cartografia deve-se interessar mais pelos processos do que pelas formas, padrões, fatos passíveis de observação imediata. Martinelli (2005) aponta que as formas não trazem em si explicações, são aparências, ignorando, dessa forma, os processos que as elaboram. A cartografia deve explicar e tentar resolver cada vez melhor a representação da dinâmica, em seu total movimento.

Adota-se uma visão crítica a respeito das geotecnologias, buscando fugir do aspecto meramente técnico, apesar de que ele também esteja presente, abrindo espaço para dimensão social e política, um olhar além da concepção que reduz as geotecnologias ao manuseio de um banco de dados (Matias, 2004).

---

<sup>1</sup> As geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntas constituem poderosas ferramentas para tomada de decisão. Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia georreferenciada (ROSA, 2005).

É necessário manipular as geotecnologias como instrumento que pode ajudar a revelar as contradições e os mecanismos desiguais que o modo de produção capitalista reproduz. De acordo com Matias (2004), deve-se utilizar o Sistema de Informações Geográficas (SIG) para além de um mecanismo técnico que agrupa dados na forma gráfica e alfanumérica, armazenados em estruturas e manuseados segundo procedimentos analíticos.

Os SIGs são definidos por Fitz (2008) como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Para Câmara e Queiroz (2001), o SIG tem os seguintes componentes:

- 1) Interface com usuário.
- 2) Entrada e integração de dados.
- 3) Funções de consulta e análise espacial.
- 4) Visualização e plotagem.
- 5) Armazenamento e recuperação de dados (organizados sob a forma de um banco de dados geográficos).

Para Fitz (2008), as aplicações dos SIG's apresentam-se, conforme as características apresentadas até aqui, de forma diversificada. Verifica-se que as ações vinculadas ao planejamento, à gestão, ao monitoramento, ao manejo, à caracterização de espaços urbanos ou rurais certamente serão melhor trabalhadas com auxílio de um SIG.

Pensando nas unidades territoriais, a exemplo do estado de Roraima e os município componentes, pode-se extrair, as seguintes aplicações em termos de planejamento urbano: mapeamento atualizado do município, zoneamentos diversos (ambiental, socioeconômico, turístico etc), monitoramento de áreas de risco e de proteção ambiental, estruturação de redes de energia, água e esgoto, adequação tarifária de impostos, estudos e modelagens de expansão urbana, controle de ocupações e construções irregulares, estabelecimento e/ou adequação de modais de transportes entre outros (Fitz, 2008, p. 26). Por fim, as geotecnologias aparecem como

meio de subsídio de informações que precisam ser organizadas segundo objetivos pré-estabelecidos e interpretados em funções de um arcabouço teórico-conceitual.

### **Procedimentos metodológicos**

Considerando a praticidade e operabilidade das técnicas de SIG e das geotecnologias, elas auxiliam nos estudos ambientais, possibilitando o processamento de inúmeras quantidades e representatividades de dados, permitindo a criação e atualização de banco de dados, analisados de maneira crítica. Essas ferramentas ajudam a revelar as contradições e os mecanismos desiguais que o modo de produção capitalista reproduz.

O roteiro metodológico busca elementos e objetos geográficos que tematizam a questão da expansão da soja e mudanças ambientais. Fundamentado em quatro objetivos: 1) sistematizar um conjunto de informações atualizadas sobre a produção de grãos, especificamente a commodity soja em Roraima; 2) mostrar a incidência e evolução da produção da soja no território a partir da amplitude geográfica da expansão da fronteira agrícola; 3) elaborar o mapeamento detalhado do uso e cobertura da terra para área de estudo, principalmente as transformações do ambiente; 4) criar possibilidades de interpretação dos impactos, injustiças, conflitos ambientais e abrangências dos efeitos da expansão da soja;

Neste intento, utiliza-se das geotecnologias e dos SIG, ferramentas direcionadas para assegurar a aquisição, o processamento, as interrelações e a visualização de informações, necessários para elaboração do mapeamento do uso e cobertura da terra para área de estudo.

A primeira etapa foi elaborar um Banco de Dados Geográficos em ambiente SIG no software QGIS 3. Utilizou-se dois Sistemas de Referência de Coordenadas (SRC), o primeiro foi o geográfico com o datum SIRGAS 2000 (EPSG: 4674) de coordenadas geográficas no formato latitude e longitude, de acordo com a resolução IBGE N°1/2005, onde foram confeccionados os mapas. O segundo sistema utilizado foi o métrico, com o datum SIRGAS 2000 (EPSG: 31974) com projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) de zona 20 Norte, onde o recorte da área de estudo está localizado.

As bases vetoriais utilizadas para a caracterização geológica, geomorfológica e pedológica foram adquiridas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala de 1:250.000. Para caracterização climática utilizou-se os dados de satélite do CHIRPS (Climate Hazards Group Infra Red with Stations). De acordo com a Climate Hazards Group (CHC, 2024), é um conjunto de dados de precipitação quase-global de mais de 35 anos. Abrangendo 50°S-50°N (e todas as longitudes), com dados de 1981 até a data atual, o CHIRPS incorpora a climatologia interna CHPclim, imagens de satélite com resolução de 0,05° e dados de estações in situ para criar séries temporais de precipitação em grade, utilizadas na análise de tendências e monitoramento de secas sazonais.

Em algumas situações, como na caracterização da geologia, geomorfologia, pedologia e clima, foram criados mapas, gráficos e tabelas para aprofundar as análises.

Foi feita pesquisa em fontes bibliográficas para explorar todos os tópicos, conforme indicado no Quadro 1. O Projeto RADAM Brasil (1975) na folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21, NB.20 e NB 21 foram utilizados para todos os temas, assim como o livro Geodiversidade do estado de Roraima (Holanda, Marmos e Maia, 2014) e os relatórios técnicos do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE Roraima, 2017).

**Quadro 1.** Fontes utilizadas para as temáticas da caracterização da área de estudo.

<b>Temáticas</b>	<b>Fontes Utilizadas</b>
<b>Geologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mapa geológico do Centro-Sudeste de Roraima - Lopes <i>et al</i> (2021).</li> <li>● Mapa geológico do estado de Roraima – Mendes <i>et al.</i> (2022).</li> <li>● Mapa geológico do estado de Roraima – IBGE (2005).</li> </ul>
<b>Geomorfologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mapa Geomorfológico do estado de Roraima – IBGE (2005).</li> <li>● Características geomorfológicas e a atuação antrópica na formação da atual paisagem em Boa Vista, Bonfim e Pacaraima – Silva <i>et al.</i> (2009).</li> <li>● Compartimentação do relevo do Estado de Roraima – Costa (2008)</li> </ul>
<b>Dados Altimétricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● SRTM com resolução de 1 arco por segundo.</li> </ul>
<b>Pedologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – EMBRAPA (2018)</li> <li>● Caracterização e distribuição dos solos das savanas de Roraima – Vale Junior (2005).</li> <li>● Solos e Ambientes em Roraima – Vale Júnior, Souza e Nascimento (2014).</li> </ul>
<b>Vegetação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manual Técnico da Vegetação Brasileira – IBGE (2012).</li> <li>● Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima – Barbosa e Miranda (2004).</li> </ul>
<b>Clima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mapa do Clima do Brasil – IBGE (2002).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista - RR nos anos de 1910 a 2014 – Silva <i>et al.</i> (2015).</li> <li>● Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015 – Dubreuil <i>et al.</i> (2018)</li> </ul>
<b>Áreas Protegidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Agências e políticas indigenistas em Roraima – Repetto (2008)</li> <li>● Decreto 8.586, de 09 de dezembro de 2015 – BRASIL (2015)</li> </ul>

**Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2023)

## Uso e Cobertura da Terra

A cobertura terrestre é vista como uma manifestação das ações humanas na superfície do planeta, estando intrinsecamente relacionada à utilização da terra e à sua gestão. A avaliação da utilização da terra fornece dados essenciais para a compreensão da configuração da paisagem, da disposição espacial dos componentes que formam a paisagem e das atuais pressões socioeconômicas (Seabra e Cruz, 2013).

Para Rosa (2009), o uso da terra pode ser interpretado como a maneira pela qual o espaço está sendo preenchido pelo ser humano. Já para Novo (2010), o uso da terra se refere ao emprego cultural da terra.

O termo “cobertura da terra” se refere aos componentes naturais que recobrem a superfície do planeta, não refletindo necessariamente o uso que é feito dela (Santos e Piroli, 2015). As pesquisas sobre uso e cobertura da terra estão intrinsecamente ligadas a questões econômicas e naturais, possuindo um aspecto ambiental de extrema importância para a sociedade e a sustentabilidade.

Para elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra e sua transição, utilizou-se os dados do MapBiomás, uma rede colaborativa composta por ONGs, universidades e startups de tecnologia. A organização produz um mapeamento anual do uso e cobertura da terra a partir de dados de 1985, além de monitorar a superfície de água e as cicatrizes de fogo mensalmente.

O mapeamento é realizado a partir da classificação pixel a pixel de imagens da coleção Landsat (Figura 2), o procedimento é feito no algoritmo de aprendizagem de máquina (machine learning) Random Forest através da plataforma Google Earth Engine que oferece alto poder de processamento em nuvem (MapBiomás, 2023).

**Figura 2.** Características gerais do mapeamento do MapBiomias

Fonte: MapBiomias (2023).

Os dados e estatísticas de uso e cobertura da terra do MapBiomias são disponibilizados em níveis de classes, a principal é composta pela Floresta; Formação natural não florestal; Agropecuária; Área não vegetada e Corpo d'água (Quadro 2).

**Quadro 2.** Classes por nível da coleção 8 do MapBiomias

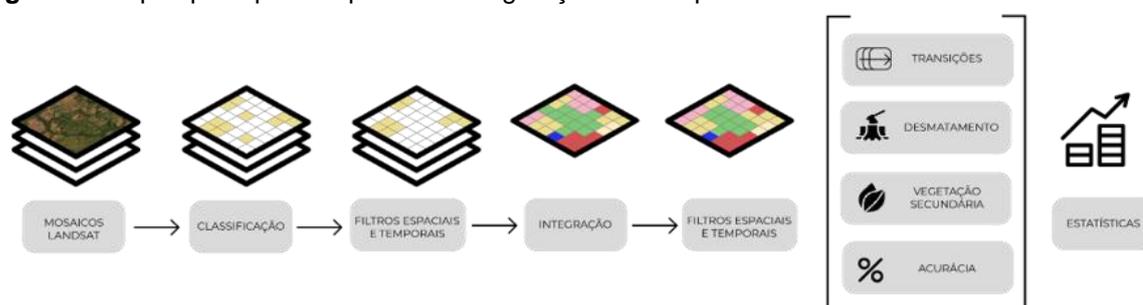
Classes do MapBiomias - Coleção 8	ID	Código Hexadecimal	Cores
<b>1. Floresta</b>	1	#32a65e	
1.1 Formação Florestal	3	#1f8d49	
1.2. Formação Savânica	4	#7dc975	
1.3. Mangue	5	#04381d	
1.4. Floresta Alagável (beta)	6	#026975	
1.5. Restinga Arbórea	49	#02d659	
<b>2. Formação Natural não Florestal</b>	10	#ad975a	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	11	#519799	
2.2. Formação Campestre	12	#d6bc74	
2.3. Apicum	32	#fc8114	
2.4. Afloramento Rochoso	29	#ffaa5f	
2.5. Restinga Herbácea	50	#ad5100	
2.6. Outras Formações não Florestais	13	#d89f5c	
<b>3. Agropecuária</b>	14	#FFFFB2	
3.1. Pastagem	15	#edde8e	
3.2. Agricultura	18	#E974ED	
3.2.1. Lavoura Temporária	19	#C27BA0	
3.2.1.1. Soja	39	#f5b3c8	
3.2.1.2. Cana	20	#db7093	
3.2.1.3. Arroz	40	#c71585	
3.2.1.4. Algodão (beta)	62	#ff69b4	
3.2.1.5. Outras Lavouras Temporárias	41	#f54ca9	
3.2.2. Lavoura Perene	36	#d082de	
3.2.2.1. Café	46	#d68fe2	
3.2.2.2. Citrus	47	#9932cc	
3.2.2.3. Dendê (beta)	35	#9065d0	
3.2.2.4. Outras Lavouras Perenes	48	#e6ccff	
3.3. Silvicultura	9	#7a5900	
3.4. Mosaico de Usos	21	#ffefc3	
<b>4. Área não Vegetada</b>	22	#d4271e	
4.1. Praia, Duna e Areal	23	#ffa07a	
4.2. Área Urbanizada	24	#d4271e	
4.3. Mineração	30	#9c0027	

4.4. Outras Áreas não Vegetadas	25	#db4d4f	
<b>5. Corpo D'água</b>	26	#0000FF	
5.1 Rio, Lago e Oceano	33	#2532e4	
5.2 Aquicultura	31	#091077	
6. Não observado	27	#ffffff	

Fonte: MapBiomias (2023)

A figura 3 descreve o procedimento do mapeamento, o primeiro passo é a realização do pré-processamento do mosaico Landsat sem nuvem com os filtros de correção atmosférica, posteriormente é realizada a classificação e aplicação dos filtros espaciais e temporais para integração dos produtos finais a serem disponibilizados.

Figura 3. Etapas principais do processo de geração dos mapas anuais de uso e cobertura da terra.



Fonte: MapBiomias (2023).

## Análise Espacial

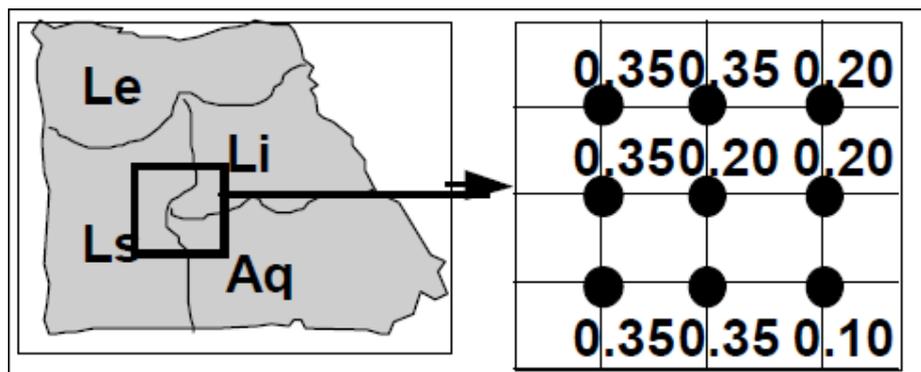
De acordo com Câmara *et al.* (2004), o que distingue um SIG de outros sistemas de informações são as funções que realizam análises espaciais, utilizando atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais, buscando fazer simulações sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros.

As operações de análise geográfica são realizadas sobre dados geográficos, representando a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica, em um dado momento, e são expressos por dados temáticos e numéricos (Câmara e Monteiro, 2001).

Segundo Câmara *et al.* (2004), nas operações pontuais, os dados resultantes são dados geográficos, cujos valores dependem apenas dos valores dos dados geográficos de entrada em cada localização correspondente. Essas operações podem atuar sobre um único conjunto de dados ou realizar intersecções entre diferentes conjuntos espaciais.

Converteu-se as bases vetoriais de geologia, pedologia e uso e cobertura da terra em dados matriciais através da ponderação das classes. Silva Neto (2013) colabora definindo a ponderação como a atribuição dos valores para cada dado geográfico selecionado, que resulta em uma grade de valores, gerando uma imagem em grade ponderada com o valor estabelecido pelo usuário (Figura 4).

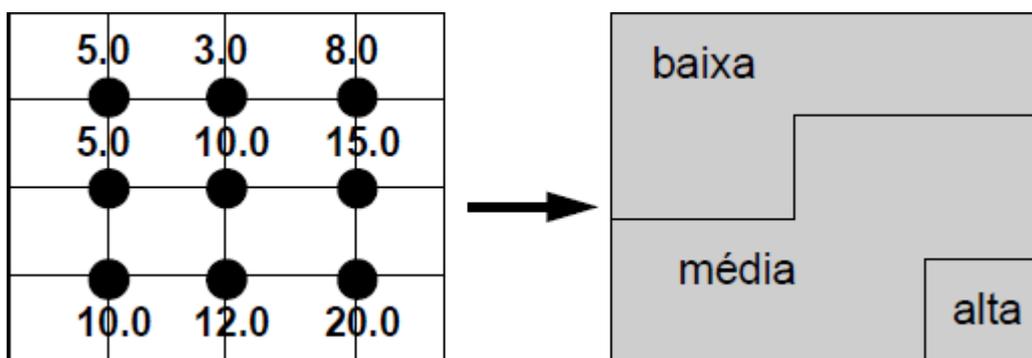
**Figura 4:** Exemplo de ponderação.



**Fonte:** Câmara *et al.* (2004)

O fatiamento em classes é uma operação que transforma dados numéricos ou imagens em dados temáticos (Câmara *et al.*, 2004). Isso permite a classificação dos dados numéricos em intervalos de classes estabelecidas. A exemplo dos valores de declividade expressos em porcentagem, que após o processo de fatiamento resultam em classes definidas (Figura 5).

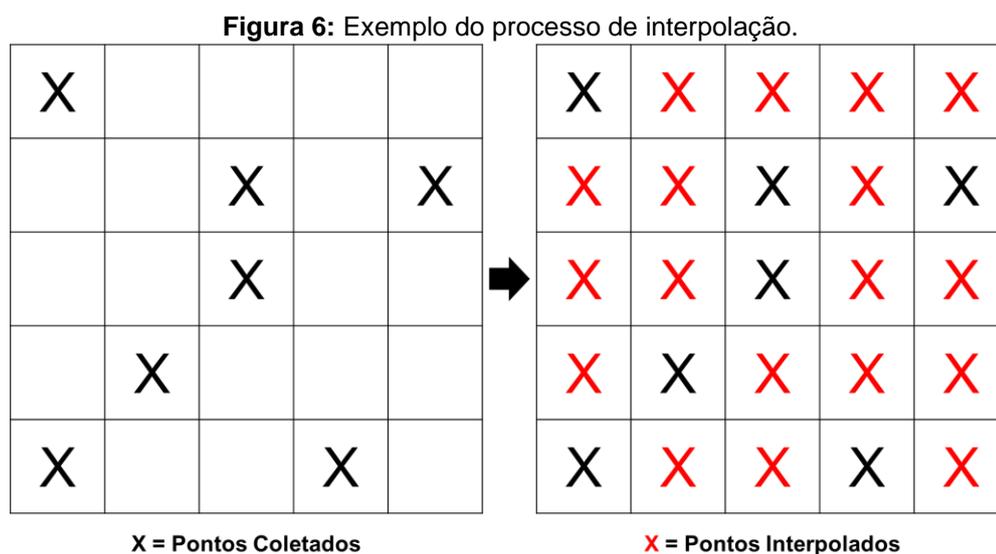
**Figura 5:** Exemplo de fatiamento.



**Fonte:** Câmara *et al.* (2004)

Os procedimentos de ponderação e fatiamento foram necessários para padronização dos dados geográficos utilizados na determinação da vulnerabilidade ambiental através do método AHP.

Outra análise espacial necessária foi a interpolação, utilizada para gerar superfícies que aproximem do fenômeno estudado de forma realista, sendo necessário modelar a variabilidade espacial através da espacialização, que de acordo com Felgueiras *et al.*, (1999) é um procedimento que consiste em inferir valores do atributo, em posições não amostradas, a partir dos valores observados (Figura 6).



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2019).

Segundo Miranda (2005), o processo de interpolação é constituído de duas partes, a primeira consiste na definição de um relacionamento de vizinhança, e a segunda, a definição de qual método calculará os valores desconhecidos.

Utilizou-se dos modelos determinísticos locais para interpolar os dados de erosividade de duas estações meteorológicas do INMET próximas da área de estudo, as estações de Boa Vista e Caracaraí. A erosividade foi calculada no software Microsoft Excel através dos dados das médias mensais de precipitação de 1992 a 2022, com a equação de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992).

A interpolação adotada foi a Inverso da Distância Ponderada (IDW), este método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança, tendo o cálculo da média ponderado pela distância ente o ponto a ser interpolado e seus vizinhos, sendo assim, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta (Miranda, 2005).

## **CAPÍTULO 1: POR UMA GEOGRAFIA FÍSICA INTEGRADORA**

### **1.1 Geografia: uma modesta busca da integração**

A Geografia moderna é inerentemente caracterizada por uma tendência à compartimentação. Essa característica manifesta-se em concepções bipolarizadas que estabelecem distinções entre sociedade e natureza, bem como entre Geografia Física e Humana (Suertegaray e De Paula, 2019).

No entanto, essa fragmentação não é exclusiva da análise geográfica, ela permeia o campo científico, manifestando-se no debate contemporâneo entre fragmentação e totalização.

Suertegaray e Nunes (2001) afirmam que, desde os primeiros momentos dos estudos naturalistas no século XIX, ocorreu uma divisão entre os fenômenos naturais e sociais. Esta condição persistiu ao longo do século XX, onde a fragmentação e especialização permanecem como característica distintiva da ciência moderna.

Segundo Suertegaray e De Paula (2019), as áreas no campo do conhecimento geográfico desenvolveram suas próprias escalas de análise, teorias, métodos, concepções de tempo, visões de natureza e paradigmas ao longo da história. A fragmentação se reproduz ainda em "subcampos", os quais se dedicam a dimensões específicas da análise geográfica.

O debate da "integração" da Geografia sempre esteve inserido nas discussões epistemológicas da ciência geográfica, e concentra-se na análise da "fragmentação", "cisão" ou "distanciamento" entre dois pólos geográficos. Neste contexto introdutório, não almejamos realizar um dispendioso resgate da evolução do pensamento geográfico, e nem sanar todos os problemas de uns maiores paradigmas da geografia, a integração, mas situarmos o ideal pretendido para uma análise integrada.

Parte-se da compreensão de Souza (2016, 2018), em reconhecer que há uma lacuna entre as ciências da natureza e as da sociedade, resultando, por extensão, em uma separação entre a Geografia Física e a Geografia Humana. Os termos "natureza" e "sociedade" representam faces distintas de uma realidade única, indivisível e em constante transformação, e por isso, não são categorias essencialmente diferentes. No entanto, a perspectiva ocidental tem dificuldade em abrir mão dos referenciais de

natureza e sociedade, os quais são essencialmente portadores do problema do dualismo (Souza, 2016)

Segundo Souza (2016), natureza e sociedade não são separadas cartesianamente, mas sim bipolarizadas epistemologicamente. Existe uma bipolarização, em vez de dualismo, pois dualismo sugere uma ideia de desconexão ou conexão frouxa com elementos que, na realidade, estão intimamente interligados. Ao contrário, a bipolarização expressa homogeneidade, embora na realidade haja heterogeneidade.

Esse conceito implica a existência de dois modos distintos de "conhecer" a natureza e sociedade, que se influenciam mutuamente e se reconfiguram constantemente em resposta às alterações de tempo, espaço e suas transformações (Souza, 2018).

É a partir desta compreensão que podemos realizar uma produção do conhecimento sobre a natureza, sobre a sociedade e sobre os vínculos geográficos a partir de ambiente e território de forma integrada. Nesse sentido, não acreditamos que se trate de um ideal ilusório, que para Gomes (1997, 2009), muitos geógrafos(as) ainda não renunciaram.

O ideal ilusório que Gomes (1997, 2009) aborda é a concepção da Geografia como uma ciência de síntese e ciência-ponte. Na qual, remonta às grandes sínteses globais que foram amplamente difundidas no final do século XVIII e ao longo do século XIX. Nesse contexto, a ênfase estava em buscar "grandes matrizes" que orientassem toda a reflexão, capazes de explicar tanto o todo quanto à parte, o local e o global, abrangendo desde o simples até o complexo.

Para Gomes (1997), essa abordagem entendia que a verdadeira finalidade do conhecimento científico era, em última instância, a capacidade de realizar sínteses abrangentes, integrando diversos elementos para proporcionar uma compreensão unificada e holística.

No entanto, para Souza (2016), as concepções de ciência de síntese e ciência-ponte não se concretizaram efetivamente. A primeira manifestou uma superficialidade tendencial, centrando-se não em teorizações, mas em descrições. A segunda propôs-se a ser uma ponte entre o natural e o social, entre o "meio físico" e os seres humanos,

contudo, na prática, os geógrafos designados como humanos buscavam muito mais a Geografia física do que o contrário, resultando em uma ponte desnivelada e de "mão-única".

Ao analisar como a Geografia clássica buscava ser uma ciência que integrasse o estudo da natureza e da sociedade, Souza (2021) analisa que era feito um sincretismo, ou seja, uma mistura superficial e não coerente dos elementos naturais e sociais. O sincretismo se diferenciava da síntese, que seria uma superação dos componentes originais, com base em problemas e conceitos que orientaram a pesquisa. Apesar do sincretismo, a Geografia clássica não era uma dicotomia, pois havia tentativas de diálogo e interação entre os geógrafos da natureza e da sociedade.

A integração entre a Geografia Física e Humana é essencial para uma análise geográfica abrangente, sendo possível através da utilização de perspectivas teóricas e objetos híbridos<sup>2</sup> que se apresentam como possibilidades teóricas e metodológicas integradas na Geografia. É necessário superar a fragmentação e reconhecer que a natureza e a sociedade estão intrinsecamente interligadas. Essa compreensão permite uma produção de conhecimento integrada sobre a natureza, a sociedade e os vínculos geográficos.

## **1.2 A relação sociedade e natureza**

O estudo da relação sociedade e natureza é central para o pensamento geográfico, cujas matrizes de pensamento se encontram encalçadas em diversas correntes teóricas-epistemológicas.

Para Rodrigues e Rodrigues (2014), desde o mundo grego antigo até o período medieval, passando pelo iluminismo até a sociedade ocidental contemporânea, é possível identificar diversas interpretações do termo "natureza" e da "relação sociedade-natureza". Essas interpretações variam desde a consideração da natureza como uma categoria ontológica abstrata até reflexões teórico-metodológicas fundamentadas em bases filosóficas que remontam a perspectivas que conectam historicidade e teoria-prática.

---

<sup>2</sup> O conceito de híbrido é difundido por Latour (1994). Na Geografia, a referência a "objetos híbridos" pode ser utilizada para descrever espaços, fenômenos ou processos que resultam da interação entre elementos físicos e sociais.

No decorrer da modernidade, houve uma mudança considerável na percepção da relação entre os homens e a natureza, a noção de que a natureza deveria ser vista como algo externo ao ser humano passou a ser afirmada. Essa concepção estava intrinsecamente ligada ao desejo de dominar e controlar a natureza em prol dos interesses humanos.

Silva e Corrêa (2009) apontam que devido às contribuições de Francis Bacon, Newton e Descartes, a ciência moderna passou a ver a natureza como um mecanismo a ser controlado, uma máquina a ser investigada, dominada e subjugada.

Entende-se que a modernidade moldou a percepção da natureza como algo externo, passível de dominação, e como essa visão idealista contribuiu para a exploração intensiva, com implicações profundas para o ambiente e as práticas humanas.

A natureza era encarada de uma maneira idealista, ou seja, uma visão que a considerava como algo imutável. Nessa visão, acreditava-se que a natureza tinha uma capacidade de uso ilimitada, ou seja, os recursos naturais eram vistos como inesgotáveis. Segundo Porto-Gonçalves (2006), essa percepção influenciou atitudes e práticas que visavam explorar e utilizar os recursos naturais de maneira intensiva, muitas vezes sem considerar as consequências a longo prazo para o ambiente.

Toda sociedade, toda cultura, criam, inventam e instituem uma determinada ideia do que seja a natureza. Portanto, o conceito de natureza não é natural, é criado e instituído pelos homens e mulheres, uma construção histórica e social. É um dos pilares no qual os homens constroem as suas relações sociais, sua produção material e espiritual, enfim, sua cultura (Porto Gonçalves, 2006).

No contexto do capitalismo, a natureza torna-se um objeto passível de apropriação, dominação e exploração (Cassetti, 1995; 2009). Este sistema gera conflitos e desigualdades ambientais, evidenciando a tensão entre a busca por recursos naturais e a preservação ambiental. A natureza, por sua vez, transforma-se em um campo de disputa, onde diferentes projetos e valores entram em conflito. Questões éticas, estéticas e epistemológicas permeiam essas disputas, refletindo a complexidade das relações entre os seres humanos e o ambiente.

O trabalho humano emerge como um agente transformador da natureza, resultando na criação de uma segunda natureza ou em uma natureza transfigurada<sup>3</sup>. Segundo Suertegaray (2021), nesse processo, elementos culturais, políticos e econômicos se entrelaçam, influenciando a forma como percebemos e interagimos com o ambiente.

Observa-se uma ampliação no uso da natureza, que, ao longo do tempo, transcende sua função original de valor de uso para tornar-se também um valor de troca, conforme destacado por Smith (1988). Essa transformação da natureza, inicialmente realizada pelo trabalho humano, evolui para uma condição de segunda natureza por meio da produção expandida.

Para Suertegaray (2021), a natureza é concebida a partir da inseparabilidade entre materialidade e imaterialidade, é compreendida tanto como objetiva (realidade), enquanto representação (conceito). Enquanto representação, é um conceito diverso e expressa cosmovisões distintas, manifestadas sob processos de mundialização do capital, em conflito. Já como objetiva (realidade), ela se transfigura pela sua própria evolução, o que para Maturana e Varela (1996) é entendida como auto-eco-reorganizacional.

Na construção conceitual de Suertegaray, a autora menciona a necessidade da conceituação a partir de um olhar geográfico. Santos (2020), discorre que cabe à Geografia elaborar seus próprios conceitos, antes de tentar emprestar formulações sem adequações operacionais de outros campos na Geografia.

Suertegaray (2021) elabora um tripé conceitual para a questão ambiental que possibilita a articulação e/ou mediação entre natureza e sociedade, o primeiro conceito é o de “natureza da natureza”, definindo como condição primordial da existência humana, aquela que demarca território através de processos peculiares, incluindo, aqui, os do ser humano. Ela independe de nós (humanos) em seu movimento. É auto-eco-reorganizacional, é auto porque ela se auto produz, eco

---

<sup>3</sup> O que Santos (2020) denomina “natureza artificializada” ou “tecnificada”. É importante compreender que esta natureza tecnificada pode ser interpretada como transfigurada, isto é, alterada pelo próprio poder do conhecimento que se desenvolveu como uma demanda social para decifrar a natureza e sua dinâmica. A mediação sociedade-natureza, feita pelo trabalho humano, transfigura a natureza, ou seja, transforma a natureza em outra, sem, contudo, eliminar sua essência natural (Suertegaray, 2021).

devido as suas funcionalidades específicas e diversas, e reorganizacional por ser capaz de se refazer, se reconstituir.

O segundo conceito é o de “território da natureza”, corresponde à primazia das relações com a natureza sobre as relações sociais de uso do ambiente. É um território híbrido, onde os seres humanos vivem amalgamados com a natureza pelo seu trabalho em condições vitais, isto é, um trabalho de subsistência. Nesses territórios não há separação orgânica entre o homem e a natureza.

Nesse sentido, são aqueles, em que grupos humanos (povos indígenas, tradicionais) se encontram amalgamados à natureza (natureza da natureza), construindo com ela a produção de suas existências, cujo valor é de uso, e o metabolismo entre os seres<sup>4</sup>, incluindo o ser humano e o seu meio (Suertegaray, 2021). No território da natureza, o homem está incluído como natureza, com a sua natureza, na natureza que o envolve.

O terceiro conceito que forma o tripé conceitual é a “natureza do território”, compreende a ruptura do metabolismo entre ser humano e o território da natureza. Essa ruptura é o produto da transformação contínua e progressiva da natureza em segunda natureza, e sua valoração, enquanto valor de troca, é a natureza transfigurada.

Para Suertegaray (2023), a partir dessa condição histórica, há a separação do ser humano da natureza, sendo, a natureza, concebida como externa ao sujeito. Tal constitui objeto de apropriação, de dominação e de exploração, sobretudo, associado à expansão da ciência, visto que os objetos produzidos, através dela, e ela própria se tornam mercadorias.

A intencionalidade política na apropriação da natureza do território revela poder assimétrico entre a sociedade e natureza, há um rompimento do território da natureza e se constroem ambientes (Suertegaray, 2021).

Tanto a natureza quanto a nossa própria natureza passa por um processo de transfiguração, resultante das inúmeras intervenções humanas, através dos

---

<sup>4</sup> O metabolismo dos seres humanos com a natureza é o processo pelo qual os seres humanos apropriam os meios para preencher suas necessidades e devolver outros valores-de-uso para a natureza (SMITH, 1988).

processos produtivos e tecnológicos, nas variações espaço-temporais. Suertegaray (2021) apoiada em Maffesoli (1995) aborda o significado da transfiguração, ato que implica transformar uma figura em outra.

No caso da natureza, esse fenômeno muitas vezes ocorre como resultado da subordinação aos processos sociais de apropriação e exploração, especialmente no contexto político que orienta as práticas sociais em nossa sociedade. Portanto, a transfiguração, nesse contexto, carrega consigo uma subordinação de poder, indicando que as mudanças na natureza estão muitas vezes ligadas a relações de domínio e controle nos sistemas sociais.

Para Suertegaray (2021), a subordinação está relacionada à busca de objetivos específicos, como o desenvolvimento tecnológico, a reprodução e/ou a transformação dos ciclos naturais de longa duração em ciclos mais curtos. Essa transformação busca operar em tempos mais curtos, alinhando-se com os interesses da reprodução do capital. Em outras palavras, a natureza é submetida a processos que aceleram e adaptam seus ciclos naturais para atender às demandas econômicas e financeiras, particularmente ao ritmo da reprodução do capital.

Se aplicarmos esse raciocínio à expansão da soja, podemos entender que a busca por aumentar a produção desse cultivo pode envolver práticas que aceleram os ciclos naturais relacionados ao plantio, crescimento e colheita da soja. Isso pode incluir o uso intensivo de tecnologias agrícolas, como agrotóxicos, pesticidas e maquinaria avançada, para otimizar o processo de produção e garantir colheitas mais frequentes. A expansão da soja, muitas vezes impulsionada pela demanda do mercado, pode, portanto, exemplificar essa dinâmica de subordinação da natureza aos interesses econômicos, acelerando e modificando seus ciclos naturais em favor da eficiência produtiva e dos objetivos comerciais.

A evolução da geografia contemporânea tem procurado reestabelecer a harmonização entre pesquisas que unam as perspectivas relacionadas à “Geografia Física” e “Geografia Humana”. Trata-se de uma tendência que visa examinar a interação entre a sociedade e a natureza, buscando integrar a Geografia através dos estudos ambientais (Silva e Corrêa, 2009). Um dos caminhos que buscam a integração é a Geografia Física Crítica.

#### 1.4 Geografia Física Crítica

A Geografia Física Crítica (GFC) é uma das propostas contemporâneas em relação às abordagens integradoras da ciência geográfica, seu surgimento é marcado pela publicação do artigo *Intervention: Critical Physical Geography* de Lave *et al.* (2014) na revista *The Canadian Geographer*.

A GFC surgiu como opção interessante como uma resposta disciplinar à necessidade de superar a dicotomia entre geografia física e geografia humana, com o intuito de recuperar a relevância social para os desafios postos pelo Antropoceno e Capitaloceno (Romero; Paiva; Opazo, 2019). Lave *et al.* (2018) discorre que o termo GFC foi criado por conta do apelo de ter uma geografia física mais crítica e uma geografia humana mais física.

Apesar da GFC e a Geografia Crítica possuírem relação epistemológica e política, é necessário realizar a diferenciação entre elas, que possuem objetivos e origens diferentes. A Geografia Crítica como vertente do movimento de renovação do pensamento geográfico em relação às Geografias Tradicional e Quantitativa, é a corrente que pensa a análise geográfica como instrumento de libertação do homem, portanto, questiona a utilização e apropriação dos conhecimentos geográficos como instrumento de dominação da burguesia (Moraes, 2007).

Vesentini (2009) atrela que a Geografia Crítica não procurou apenas superar as Geografias Tradicional e Quantitativa, como principalmente procurou se envolver com novos sujeitos, buscou identificar a sociedade civil, tentou se dissociar do Estado e se engajar enquanto saber crítico, assim dizendo, saber que analisa, compreende, aponta as contradições e os limites, buscando contribuir para um projeto de autonomia em virtude das reivindicações sociais do ponto de vista crítico.

Enquanto a GFC reflete a respeito dos elementos naturais relacionados às condições sociais, sendo assim, essa nova linha de investigação é baseada no fato de que as paisagens são sócio-biofísicas, isto é, refere-se ao resultado dos processos físicos-naturais e dos históricos e sociais. Debate-se desde as relações de poder desequilibradas, herança do colonialismo, desigualdades de gênero e raça, até os fatores ecológicos, hidrológicos, mudanças no uso da terra, alterações climáticas e, sobretudo, como esses elementos impactam de maneira diferenciada determinadas classes sociais (Lave *et al.*, 2014; Santiago, 2021; Souza *et al.*, 2020).

Portanto, o seu foco está voltado para as interferências mútuas entre tais processos, sobretudo considerando o aspecto híbrido dos problemas geográficos. Não se trata de um método, mas de uma abordagem capaz de combinar o conhecimento da relação entre sociedade e natureza, inserindo o emprego de novas tecnologias, com uma atenção crítica aos aspectos sociais latentes, ao tratar de conjunturas geográficas específicas (Souza *et al.*, 2020).

Lave *et al.* (2014) defendem que a GFC seja praticada por indivíduos ou equipes, a pesquisa neste enfoque pode melhorar a qualidade intelectual e expandir a relevância política da geografia, visto que é cada vez mais impraticável separar a análise de sistemas naturais e sociais. Nesse sentido, a abordagem estimula o exercício interdisciplinar.

A estruturação da GFC como conhecemos se dá a partir dos estudos de ecologia política e a história ambiental, combinada com a pesquisa etnográfica com atenção à especificidade dos atributos materiais da natureza para analisar e explicar a degradação e as mudanças ambientais (Lave *et al.*, 2014).

Contudo, Lave *et al.* (2014) atribuem que apesar da ecologia política desenvolver um grande trabalho ao trazer para o primeiro plano as interações sempre politizadas com o ambiente biofísico da sociedade, ela possui a tendência de favorecer os processos e teorias sociais na explicação de situações biofísicas, enquanto a ecologia não tem o mesmo prestígio da política.

Existem três princípios norteadores da GFC, sendo o primeiro “crappy landscapes<sup>5</sup>” que corresponde às paisagens que são produzidas por relações de poder, na qual os sistemas biofísicos e sociais estão profundamente interconectados (Urban, 2018).

O segundo compreende que as relações de poder que moldam as paisagens também moldam quem estuda a paisagem, a prática científica é afetada pelas dinâmicas sociais e políticas que constroem o processo de pesquisa (KING e TADAKI, 2018). Armond (2022) também associa que desde as perguntas de pesquisa que fazemos ou que ignoramos, até as decisões sobre o que deve ser medido e como deve ser medido são afetados pelas dinâmicas sociais que o pesquisador está

---

<sup>5</sup> Entende-se como paisagens desagradáveis.

inserido. Há, portanto, uma relação dialética entre sujeito e objeto, o que se caracteriza como rompimento para com a ortodoxia neopositivista.

O terceiro princípio fundamental entende que os conhecimentos que construímos geram impactos importantes nas paisagens e nas pessoas que as estudam, possuindo consequências políticas inevitáveis, a pesquisa científica tem impactos sociais, políticos e ambientais (Law, 2018). Esse encaminhamento fica mais evidente a partir da preocupação da GFC em subsidiar políticas públicas e na prática de denúncia das mazelas sociais por meio dos estudos de justiça ambiental, a exemplo de Souza (2020), Suertegaray e Paula (2019), Acselrad (2009) e entre outros.

Os princípios fundamentais da GFC oferecem elementos para compreender a expansão da soja em Roraima. O primeiro princípio destaca a interconexão entre poder e paisagens agrícolas, considerando tanto os aspectos biofísicos quanto sociais. O segundo princípio salienta a influência das relações de poder na pesquisa, realçando a importância de considerar o viés do pesquisador na análise da expansão da soja. Por fim, o terceiro princípio enfatiza os impactos políticos, sociais e ambientais dos conhecimentos produzidos, proporcionando uma perspectiva crítica sobre a expansão da soja como econômica, com uma questão política e social.

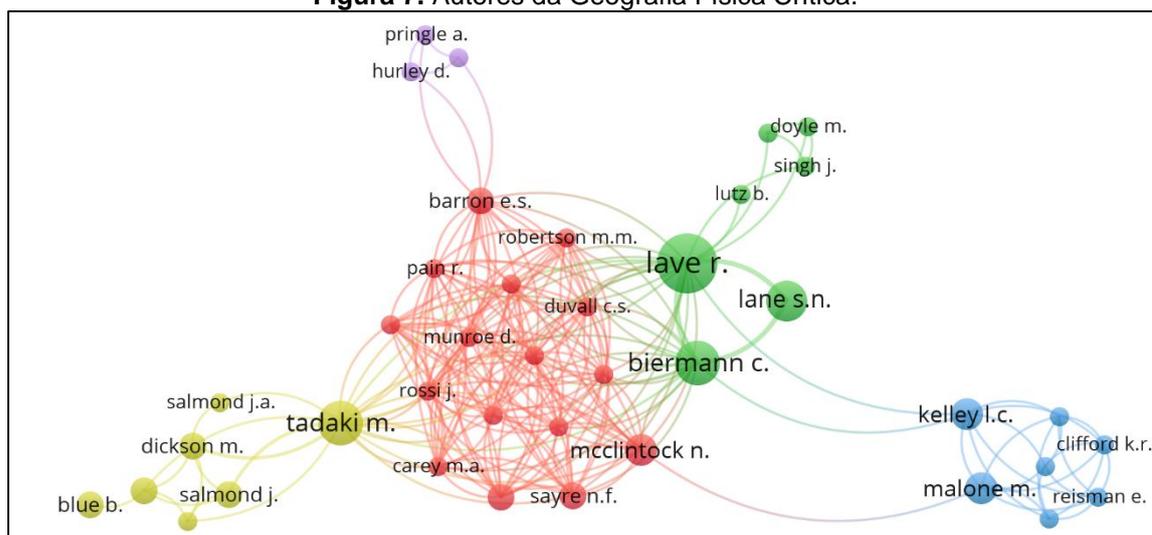
Ao avaliar a GFC, Armond (2022) associa que a abordagem se baseia em múltiplas tradições intelectuais, incluindo a virada crítica na geografia humana e sua ênfase no conhecimento reflexivo. A compreensão da dinâmica ambiental desenvolvida pela geografia física e as perspectivas críticas e integrativas dos primeiros ecologistas políticos, trabalho que combinou dados da ciência física com a análise social crítica para melhor explicar a degradação ambiental e seus impactos desiguais nos estratos sociais.

A GFC apresenta um olhar totalizante, trabalhando com objetos híbridos, contribuindo para uma análise geográfica que não monopoliza e nem hierarquiza os conhecimentos. Segundo Lave *et al.*, (2014) a visão integradora é o melhor caminho para se trilhar em busca da superação da fragmentação e conservadorismo na geografia.

### 1.3 Revisão Bibliométrica da Geografia Física Crítica

No primeiro resultado da revisão sistemática e bibliométrica, foram buscados os termos 'Geografia Física Crítica' e 'Critical Physical Geography' nas plataformas Periódicos CAPES, Web of Science, Scopus e Google Scholar. O relatório bibliométrico apresentado na Figura 7 destaca os principais autores da Geografia Física Crítica (GFC).

**Figura 7.** Autores da Geografia Física Crítica.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023). **Fonte:** VOSviewer (2023).

Os principais autores identificados no núcleo central de correlação são Rebecca Lave, a principal expoente da corrente, Stuart Lane que realizou a construção de uma genealogia da GFC anglo-saxã, assim como Christine Biermann que teceu reflexões críticas na obra *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography* (Lave, Biermann e Lane, 2018). Marc Tadaki é um dos líderes da árvore bibliométrica, devido a sua contribuição no princípio central 2 da GFC.

Ao verificar os autores mais citados dos trabalhos que mencionam a Geografia Física Crítica no corpo do texto (Figura 8), destaca-se o artigo "Intervention: Critical physical geography" de 2014 na revista *The Canadian Geography*, encabeçado por Rebeca Lave, artigo que inaugura a discussão a respeito da GFC no mundo.



Nesse sentido, a GFC desempenha um papel crítico na análise das questões éticas e de justiça associadas ao Antropoceno. Isso envolve a investigação das desigualdades na distribuição dos impactos ambientais, onde as comunidades mais vulneráveis muitas vezes são as mais afetadas, oferecendo uma perspectiva fundamental para compreender e enfrentar os desafios do Antropoceno, concentrando-se nas transformações físicas da Terra e analisando os contextos sociais e políticos que as influenciam e são influenciados por elas.

### **1.5 Inserindo a Geografia Física Crítica no Brasil**

A Geografia Física Crítica (GFC) tem a sua essência pautada na recusa do positivismo, rejeição das interpretações acríticas e conservadoras do mundo, e denúncia da improbidade da crença em uma ciência neutra em relação a valores.

Contudo, ao analisar a obra de Rebecca Lave (2018), alçada como principal expoente da abordagem, é notório que a bibliografia utilizada para formular a “GFC” é majoritariamente anglo-saxã, quase como se o que não estivesse escrito em inglês, não existisse para os autores do hemisfério norte (SOUZA, 2021).

Organizada por Rebecca Lave, Christine Biermann, Stuart N. Lane em 2018, a obra *The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography*, que se anuncia como marco da virada epistemológica realizada pela GFC, carece de uma vasta referência de enfoques integradores escritos em língua portuguesa, espanhola e até mesmo em francês e alemão. A produção latino-americana tão rica e vasta é invisibilizada pelos autores, como se o que é produzido no hemisfério sul não tivesse validade.

Lave, Biermann e Lane (2018) até reconhecem que há numerosos exemplos de pesquisas integrativas inovadoras anteriores à GFC, algumas delas não necessariamente no seio da ciência geográfica, tais como as desenvolvidas pela Ecologia Política. Contudo, não são mencionados exemplos pelos autores. Com maior gravidade, obras de importantes geógrafos brasileiros que desenvolveram estudos com rigor científico e leitura crítica da realidade social em escala nacional e internacional do saber não são sequer lidas.

Pode-se mencionar alguns estudos da escola brasileira de geografia física que apresentam eminente conteúdo crítico. A exemplo como as clássicas obras de Ab'Saber (1996, 2010) nas práxis de estudos fisiográficos e ecológicos. A virada

epistemológica realizada por Sant'anna Neto (2008, 2011) em conceber o clima urbano como construção social. Os estudos socioambientais de Mendonça (2011) na perspectiva entre clima, vulnerabilidade e resiliência urbana. A compreensão do espaço geográfico como uno e múltiplo de Surtegaray (2001, 2019) para compreender as disputas territoriais e suas implicações ambientais. O enfoque integrador proposto por Souza (2019, 2021) na Geografia Ambiental. Ou pesquisas relacionadas às transformações socioambientais relacionadas à erosão no espaço agrário como de Nunes (2014). Enfim, esses e outros trabalhos de autores brasileiros não são considerados, apesar da notória criticidade para pensar a geografia.

Até mesmo Tricart (1953, 1994), geógrafo francês que realizou estudos ecogeográficos e fez distinção entre uma geomorfologia marxista e uma geomorfologia burguesa, é esquecido. Ou Reclus (1905, 1985) na importante obra *Homem e a Terra*, assim como Dardel (2011) com o integrador conceito de geograficidade na geografia fenomenológica. Nem mesmo a consolidada tradição francesa no pensamento geográfico foi considerada no “marco” teórico da GFC.

Contudo, mais recentemente, observa-se parcialmente mudanças deste pensamento de “cima para baixo”, a exemplo da geógrafa brasileira Núbia Armond (2022) que realizou o pós-doutorado sob a orientação de Rebecca Lave em 2021, para construir a ponte epistemológica da GFC no hemisfério sul considerando a escola brasileira de geografia.

Ao analisar os estudos brasileiros, indaga-se: a “virada epistemológica” da GFC anunciada pelo núcleo de trabalho liderado por Rebecca Lave, não seria uma sistematização de um fazer científico praticado há tempos? Neste caso, observa-se que seu surgimento constitui um passo adiante, uma virada necessária para consolidar a utilização de métodos alternativos da geografia física dura, com a ressalva que em um primeiro momento não se considerou essenciais contribuições fora da literatura anglo-saxã. No aprofundamento desse questionamento, do ponto de vista teórico-metodológico, a GFC consiste em uma tendência plurimetodológica na geografia física.

Como síntese destes postulados, Souza, Lima e Santos (2020) compreendem que além do método e das técnicas necessárias ao estudo dos fenômenos concretos do campo físico-natural, os aportes para desvelar as contradições sociais, políticas e

institucionais envolvidas nas pesquisas são indispensáveis, sem os quais não seria possível elaborar a criticidade assumida pela GFC.

Portanto, a GFC alcança um viés plurimetodológico, por negar a possibilidade de que apenas um único método seja capaz de atender a todas complexidades que envolvem a pesquisa geográfica. E, neste sentido, diferencia-se da Teoria Geossistêmica e seu envoltório neopositivista que reduz a sociedade a um mero fator “antrópico”, como se a sociedade fosse um fenômeno monolítico. Não é. Um mesmo clima, em uma mesma cidade gera confortos térmicos diferenciados conforme a condição socioeconômica de cada grupo. Não é a “sociedade” de maneira abstrata que realiza grandes desflorestamentos na Amazônia, são sujeitos específicos que têm condição de acesso a equipamentos técnicos necessários para atividade em questão (CRAVEIRA, 2022).

A Geografia Física Crítica, enquanto abordagem inovadora na disciplina geográfica, estabelece uma conexão profunda com a ideia de objetos híbridos, valorizando a complexidade intrínseca das interações entre sociedade e natureza. Para Souza (2020), os objetos híbridos são caracterizados pela necessidade de abordar um problema ou enfrentar uma questão por meio de uma integração explícita de dados, informações, conceitos e, até mesmo, teorias e métodos provenientes das ciências da sociedade e natureza.

Os desafios apresentados como questões ambientais indicam que a abordagem separada da natureza e da sociedade não é mais viável. Nesse sentido, a demanda por novos conceitos e métodos torna-se necessário, uma vez que tanto os conceitos quanto os métodos precisam refletir a materialidade do mundo contemporâneo. Nesse contexto, torna-se inevitável a consideração da ideia do híbrido, assim como a busca por novos métodos que facilitem a articulação entre elementos e processos naturais e sociais

Resgatando as contribuições de Suertegaray (2021) no início deste capítulo, caminha-se do território da natureza a natureza do território e se vislumbra o híbrido como possibilidade. O híbrido, nesta construção, é o ambiente, que, por sua vez, é diferente da natureza.

## 1.6 Ambiente e território

O objetivo principal deste tópico é delimitar os conceitos centrais que servirão como alicerces para esta pesquisa, neste caso, os conceitos de ambiente e território para compreender a expansão da soja na Amazônia Setentrional, especificamente em Roraima.

Antes de adentrar na discussão entre ambiente e território, é necessário destacar a importância de compreender o espaço geográfico como a categoria central da Geografia, como conceito guarda-chuva de ambiente e território. Para Suertegaray (2001, 2009), o espaço é visto como um conjunto único e múltiplo, caracterizado por sua abertura a diversas determinações. A autora propõe uma visão do espaço geográfico como um disco setorizado em diferentes áreas, cada uma passível de ser interpretada e expressa por meio de conceitos específicos, tais como paisagem, território, região, lugar, ambiente, entre outros. Cada setor desse disco representa uma perspectiva analítica privilegiada por um ou outro geógrafo, permitindo a realização de leituras diversas e complementares do espaço.

O ambiente é a dimensão operacional do espaço geográfico que privilegia a natureza transfigurada. É resultante da interface entre natureza e sociedade através da transfiguração proporcionada pelas técnicas, em uma conjunção complexa e conflituosa ao longo do processo de socialização da natureza. Utilizar o conceito de ambiente viabiliza a compreensão da transfiguração tanto da natureza quanto da natureza humana por meio das práticas sociais ao longo do tempo. O ambiente dá sustentação à questão ambiental a partir da leitura do ambiente-território (Suertegaray, 2021).

Conceitualmente, Souza (2020) destaca a redução equivocada do conceito de “ambiente” à ideia de um “ambiente natural”, o que seria, na verdade, um conceito potencialmente holístico e integrador. Muitos geógrafos “físicos e humanos” concebem o ambiente como um mero sinônimo de “meio ambiente”, uma expressão pleonástica que o senso comum consagrou nas línguas neolatinas ibéricas. A diferença é que enquanto os “físicos” costumam valorizar o conceito dentro de uma zona de conforto, na qual a sociedade surge sob a forma de um vago fator antrópico, sem contradições de classe e assimetrias estruturais de poder. E os “humanos”, na grande maioria dos casos, desvalorizam e descartam o conceito em questão.

Nessa perspectiva, o “ambiente” é caracterizado por Souza (2019), a partir da sociedade e dos problemas sociais, como contexto social e natural em que vivem os seres humanos. O ambiente é percebido, transformado e apropriado pela humanidade.

Para Suertegaray (2021, 2023), o conceito de ambiente não é a única possibilidade para a construção de uma Geografia unificada. Essa abordagem revela sua utilidade ao possibilitar a decifração da problemática ambiental, destacando-se na análise da dimensão de interface no espaço geográfico. Ao mesmo tempo, busca transcender a visão naturalista prevalente na análise ecológica, dissociando o conceito da concepção quase equivalente ou, em alguns casos, completamente equivalente à natureza.

Além disso, reconhece e incorpora outras abordagens, como a construção Socioambiental de Mendonça (1998, 2001) e a Geografia Ambiental de Souza (2019, 2020), ampliando o escopo de reflexão sobre a questão ambiental. Contemporaneamente, procura fazer distinções, como a diferenciação entre ambiente e meio, enfatizando a herança biológica do último e interpretando-o como um organismo funcional.

Nesse contexto, o conceito de ambiente é compreendido não como uma abstração, mas como uma dimensão passível de análise nos movimentos da sociedade e do conhecimento. Essa compreensão ressalta a importância de resgatar as bases dessa construção, que se fundamentam na transformação da primeira natureza em segunda natureza. Em outras palavras, a análise do ambiente inclui as histórias intrínsecas da socialização da natureza e da natureza humana, enfatizando as complexas interações que moldam o ambiente ao longo do tempo.

Para Suertegaray (2023), a utilização do conceito de ambiente favorece uma análise que não dissocie os impactos e/ou degradação das relações sociais, da economia e, especialmente, do poder que, por meio das relações sociais, explora a natureza, os homens, as mulheres e suas naturezas.

Nesta perspectiva, os conflitos ambientais e territoriais são, sobretudo, conflitos políticos. Segundo Suertegaray (2021), ao nos referirmos ao território, estamos falando do Estado-nação ou de uma Formação Econômica e Social (FES) específica.

A territorialidade, por outro lado, é vista como a expressão dos modos de vida que, embora possam ser individualizados, compõem uma sociedade delineada em um território específico (Formação Econômica e Social), onde diversas territorialidades entram em conflito.

Portanto, a reflexão sobre o território e muitas das atuais discussões ambientais implica reconhecer que as questões ambientais são, primordialmente, questões territoriais. A ampliação da perspectiva ambiental é importante, pois agora estamos considerando o território como uma Formação Econômica e Social. Nesse sentido, as discussões contemporâneas no âmbito ambiental sugerem que essas são, acima de tudo, questões territoriais. Isso ocorre porque o território, enquanto espaço de apropriação política, está intrinsecamente ligado aos recursos e à sociedade em todas as suas manifestações (Suertegaray, 2021; 2023).

Ao abordar a natureza, a sociedade e suas manifestações no território, é importante notar que esses elementos não são homogêneos, pois é no território que os conflitos se manifestam de maneira objetiva. Portanto, a compreensão do território como um campo de interação entre recursos e sociedade é fundamental para uma abordagem abrangente das questões ambientais contemporâneas.

Ao mencionarmos ambiente e território, é preciso reconhecer uma dimensão adicional nos conflitos ambientais: a dimensão cultural. Na Amazônia, ao destruir a floresta, não estamos apenas impactando a natureza, estamos desmantelando todo um modo de vida para comunidades indígenas, ribeirinhas e extrativistas.

O conceito de florestas culturais trabalhado por Furlan (2006) exemplifica esta dimensão, onde as florestas são vistas como ecossistemas geridos por comunidades tradicionais, como indígenas, ribeirinhos e quilombolas, que não possuem títulos de propriedade privada da terra, mas a utilizam e gerenciam seus recursos de forma coletiva. Essas florestas são reconhecidas por sua biodiversidade e importância cultural, e são frequentemente sobrepostas a áreas protegidas ou terras com vegetação protegida por lei ambiental.

## 1.7 Vulnerabilidade ambiental

O modelo econômico atual ocasiona uma série de pressões que conseqüentemente geram degradação do ambiente, tais como, desmatamento, empobrecimento dos solos, assoreamento, diminuição da biodiversidade e poluição de rios, entre outros, por este motivo é necessário um estudo a respeito da vulnerabilidade ambiental.

O termo vulnerabilidade é amplo, que pode ser interpretado de diversas formas. Muitos autores exploram e discutem esse conceito associando-o a outros, como susceptibilidade, sensibilidade e fragilidade, integrando esses termos conforme o objetivo final de suas pesquisas (MORAIS, 2017).

A vulnerabilidade ambiental é definida pelo glossário do manual de uso da terra do IBGE (2013) como um conjunto de fatores ambientais semelhantes que, devido a atividades presentes ou futuras, pode enfrentar adversidades e impactar, de forma significativa ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que se encontra.

Na pesquisa realizada por Tagliane (2003), o autor utiliza o conceito de vulnerabilidade ambiental como a maior ou menor suscetibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer.

Para Figueirêdo *et al.* (2010), o conceito de vulnerabilidade está relacionado a questões, problemas ou impactos ambientais específicos, a exemplo das mudanças climáticas, processos erosivos, pressão advinda das atividades do agronegócio, etc. Nesse sentido, é essencial determinar quais perturbações serão foco do estudo, pois um ambiente pode ser vulnerável a um determinado tipo de problema, mas não a outros (Gallopín, 2006).

Conforme Silva Neto (2013), muitas vezes, tudo relacionado à natureza é tratado como ambiental. Por isso, é importante ressaltar que os estudos de vulnerabilidade devem definir claramente seu objeto de estudo, a fim de especificar com clareza a que um determinado objeto ou sujeito é vulnerável.

A pesquisa aborda como a expansão da monocultura de soja pode produzir e acelerar os impactos negativos no ambiente, principalmente aos processos erosivos

e degradação dos solos, aumentando a vulnerabilidade dos ecossistemas locais, como o lavrado de Roraima.

Segundo Crepani *et al.* (2001), a vulnerabilidade é determinada com base em uma escala de valores relativos e empíricos, levando em consideração a relação entre morfogênese e pedogênese, metodologia desenvolvida através do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977). Esse processo envolve a análise integrada de temas como geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso da terra e clima.

Para a realização do mapa de vulnerabilidade é necessária a análise integrada de variáveis, não sendo interessante avalia-las separadamente. Nesse sentido, através da facilidade atual na aquisição de dados geográficos aliadas as técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG, a vulnerabilidade ambiental pode ser avaliada através da combinação das informações geográficas através de uma análise multicritério.

#### **1.7.1. Determinando a vulnerabilidade: o método AHP – Processo Analítico Hierárquico**

A tomada de decisão que considera um grande número de variáveis é essencial em um contexto onde os problemas se tornam cada vez mais complexos, enquanto mais dados se tornam disponíveis. Para isso, a avaliação de critérios que representam atributos espaciais é necessária para garantir decisões mais adequadas à realidade local (Pimenta *et al.*, 2019).

Nesse sentido, utilizou-se do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), traduzido para o português como Processo Analítico Hierárquico para determinar a vulnerabilidade ambiental na área de estudo, onde possui ferramenta de modelagem a análise multicritério, com fundamento na lógica da comparação pareada.

O cerne do processo analítico hierárquico é a redução do estudo de sistema a uma sequência de comparações aos pares, a utilidade do método realiza-se no processo de tomada de decisões, minimizando as suas falhas (Saaty, 1992). Para Câmara *et al.* (2001), neste método, os diferentes fatores que influenciam na tomada de decisão são comparados dois-a-dois, sendo um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores.

Essa relação é utilizada como dado de entrada em uma matriz de comparação paralela, onde são calculados os autovalores e autovetores da matriz. Em uma escala predefinida (Quadro 3), verifica-se a importância relativa de um fator sobre o outro, analisando diversas variáveis (Cunha e Oliveira, 2001).

**Quadro 3:** Escala de valores AHP para comparação pareada.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial	Um fator é claramente mais importante que o outro.
7	Importância demonstrada	Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema	A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre julgamentos	Possibilidade de compromissos adicionais

**Fonte:** Câmara *et al.* (2001). **Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2024)

No método Analytic Hierarchy Process (AHP), as variáveis são ponderadas com base em comparações paritárias, onde cada variável é comparada com outra, atribuindo-se uma escala de importância relativa. Isso resulta em uma matriz de comparação, da qual são extraídos autovalores e autovetores para determinar os pesos das variáveis. Esses pesos representam a influência relativa de cada variável no processo de tomada de decisão, permitindo que diferentes critérios sejam avaliados com base em sua importância.

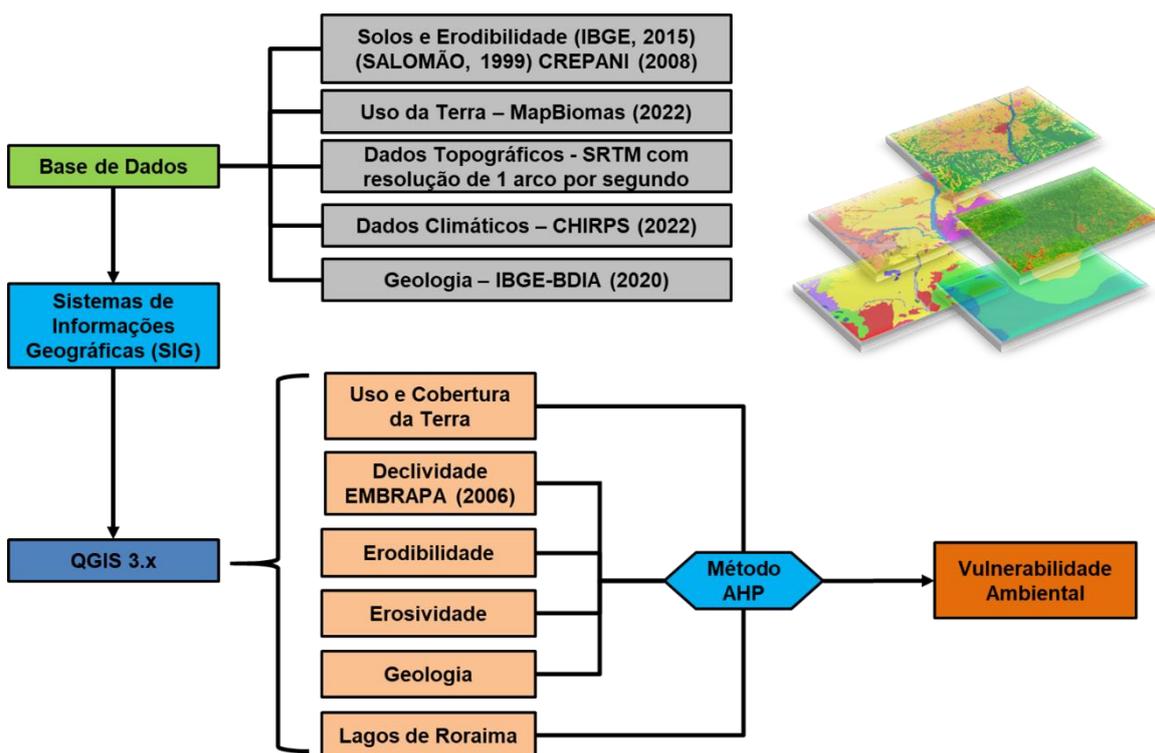
Para garantir a consistência das comparações, o AHP utiliza a razão de consistência (CR). A CR é calculada a partir do índice de consistência (CI) e é comparada com um valor de referência chamado índice aleatório (RI). Se a CR for menor que 0,1, a matriz de comparação é considerada consistentemente aceitável. Caso contrário, pode ser necessário revisar as comparações para melhorar a consistência (Saaty, 1992).

Esse processo garante que as decisões sejam baseadas em uma avaliação lógica e coerente das variáveis, minimizando erros e subjetividades. Além disso, todas as ponderações foram realizadas com base na fundamentação teórica do estudo, assegurando a consistência na definição dos pesos.

O método AHP possibilita correlacionar os elementos com base nas informações contidas no banco de dados, permitindo estabelecer inter-relações detalhadas na área de estudo. Esse processo facilita uma análise abrangente dos impactos da expansão da soja. Dessa forma, o método AHP fornece uma estrutura robusta para avaliar a vulnerabilidade ambiental na área de estudo.

Para isso, foram consideradas as variáveis de geologia, pedologia, declividade, erosividade, uso da terra e o entorno dos lagos de Roraima. A aplicação desse método permitiu avaliar e ponderar cada uma dessas variáveis de forma sistemática, assegurando que a vulnerabilidade ambiental fosse determinada de maneira precisa e coerente. O organograma metodológico abaixo descreve as variáveis utilizadas e suas bases de dados (Figura 10).

**Figura 10:** Organograma metodológico para definição da vulnerabilidade ambiental.



**Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

A partir das variáveis descritas no organograma acima, definiu-se as ponderações para as classes das variáveis utilizadas na vulnerabilidade ambiental (Quadro 4). Na atribuição dos valores ponderados para a Geologia, considerou-se a história evolutiva do ambiente e o grau de coesão das rochas, compreendido pela intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem. Sendo

assim, utilizou-se a escala de vulnerabilidade à denudação das rochas de Crepani *et al.*, (2008).

**Quadro 4.** Ponderação para as variáveis Geologia e Pedologia.

<b>Geologia</b>	<b>Ponderação</b>	<b>Pedologia</b>	<b>Ponderação</b>
Aluviões Holocênicos	3	Corpos d'água continental	0
Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica	2,5	Latossolo Amarelo	1
Coberturas Eólicas Holocênicas	3	Latossolo Vermelho	1
Complexo Rio Urubu	1,3	Latossolo Vermelho-Amarelo	1
Complexo Urariqüera	1,2	Argissolo Acinzentado	2
Formação Apoteri	1,5	Espodossolo Humilúvico	2
Formação Boa Vista	2,4	Planossolo Háptico	2
Formação Serra do Tucano	2,4	Gleissolo Háptico	3
Gnaisses Serra da Lua	1,3	Neossolo Litólico	3
Grupo Cauarane	1,3	Neossolo Quartzarênico	3
Grupo Murupu	1,8	Nitossolo Vermelho	3
Suíte Intrusiva Mucajaí	1,2	Plintossolo Argilúvico	3
Suíte Intrusiva Serra da Prata	1,2	Plintossolo Pétrico	3
Suíte Intrusiva Uraricaá	1,5		
Terraços Holocênicos	3		

**Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

A ponderação realizada para as classes da variável pedologia, seguiram os graus de erodibilidade, isto é, a capacidade de um determinado solo resistir à erosão. De acordo com Crepani *et al.* (2008), a suscetibilidade de um solo aos processos erosivos depende de diversos fatores, os mais importantes incluem a estrutura do solo, o tipo e a quantidade de argilas presentes, a permeabilidade e a profundidade do solo, além da presença de camadas impermeáveis.

O quadro 5 sintetiza as ponderações utilizadas para as variáveis de declividade, uso e cobertura da terra, o entorno dos lagos da área de estudo e a erosividade. Para declividade utilizou-se a escala de Crepani *et al.* (2008), onde os valores próximos a 1,0 estão associados a encostas com pequenos ângulos de inclinação, onde predominam os processos pedogenéticos. Já os valores mais próximos de 3,0 estão relacionados a áreas com maior declividade, onde os processos erosivos da morfogênese são mais comuns.

**Quadro 5.** Ponderação para as variáveis Declividade, Uso da Terra, Lagos e Erosividade.

<b>Declividade (%)</b>	<b>Pesos</b>	<b>Uso da Terra</b>	<b>Pesos</b>
Menor que 3,5	1,0	Formação Florestal	1
3,5 - 5,8	1,1	Floresta Alagável	1
5,8 - 8,2	1,2	Silvicultura	1,5
8,2 - 10,3	1,3	Campo Alagado e Área Pantanosa	1
10,3 - 12,9	1,4	Formação Campestre	2
12,9 - 15,1	1,5	Pastagem	3
15,1 - 17,4	1,6	Área Urbana	2,8
17,4 - 19,8	1,7	Mineração	3
19,8 - 22,2	1,8	Rio, Lago e Oceano	1
22,2 - 24,5	1,9	Soja	3
24,5 - 27,2	2,0	Outras Lavouras Temporárias	2
27,2 - 29,6	2,1		
29,6 - 32,1	2,2	<b>Variável</b>	<b>Peso</b>
32,1 - 34,6	2,3	Buffer dos Lagos de Roraima	3
34,6 - 37,2	2,4		
37,2 - 39,8	2,5	<b>Erosividade</b>	<b>Pesos</b>
39,8 - 42,4	2,6	Muito Baixa - $R < 2.500$	1,0
42,4 - 45,3	2,7	Baixa - $2.500 < R < 5.000$	1,5
45,3 - 48,1	2,8	Média - $5.000 < R < 7.000$	2,0
48,1 - 50	2,9	Alta - $7.000 < R < 10.000$	2,5
Maior que 50	3,0	Muito Alta - $R > 10.000$	3,0

**Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Os buffers de dos lagos de Roraima obtiveram a ponderação máxima para vulnerabilidade ambiental, devido a fragilidade desse ambiente com o assoreamento e contaminação da água oriundo da expansão da soja na área de estudo.

Uma das variáveis mais importante para determinação da vulnerabilidade ambiental na área de estudo é o uso e cobertura da terra, sendo um elemento que interfere diretamente na atuação dos processos erosivos. Segundo Pinese Júnior e Rodrigues (2012), o uso adequado e a cobertura da terra protegem diretamente o solo contra efeitos degradantes e, indiretamente, previnem impactos nos recursos hídricos e florestais, afetando conseqüentemente a qualidade do ambiente.

As classes de uso e cobertura da terra mais sensíveis aos processos erosivos receberam uma ponderação maior, sendo a pastagem, soja, outras lavouras temporárias e área urbana. A formação campestre e silvicultura apresentam uma ponderação média para vulnerabilidade ambiental, enquanto as classes formação

florestal, campo alagado, água e floresta alagável são consideradas estáveis com baixa vulnerabilidade.

Os pesos de julgamento aplicados às variáveis utilizadas na determinação da vulnerabilidade ambiental da área de estudo podem ser observados na Figura 11 abaixo. O cruzamento das variáveis através do método AHP e a aplicação de pesos diferenciados de acordo com o maior grau de vulnerabilidade são essenciais na análise ambiental. Nesse processo, foram atribuídos pesos com base na importância relativa de cada variável, conforme a fundamentação teórica.

**Figura 11:** Pesos aplicados sobre as variáveis para definição da vulnerabilidade ambiental.

	A - Prioridades do AHP - ou B?	Igual	Quanto mais?
1	<input checked="" type="radio"/> Uso do piso	<input type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Uso do piso	<input type="radio"/> Pedologia	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Uso do piso	<input type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Uso do piso	<input type="radio"/> Erosividade	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Uso do piso	<input type="radio"/> Lagos	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> Pedologia	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> Erosividade	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Declividade	<input type="radio"/> Lagos	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Pedologia	<input type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
11	<input checked="" type="radio"/> Pedologia	<input type="radio"/> Erosividade	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
12	<input checked="" type="radio"/> Pedologia	<input type="radio"/> Lagos	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
13	<input checked="" type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> Erosividade	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
14	<input checked="" type="radio"/> Geologia	<input type="radio"/> Lagos	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
15	<input checked="" type="radio"/> Erosividade	<input type="radio"/> Lagos	<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 1,5% OK			

Fonte: BPSMG AHP (2024)

Após a realização de 15 comparações entre as variáveis (Figura 12), as mais importantes na determinação da vulnerabilidade ambiental da área de estudo, de

acordo com a tabela de prioridades, são o Uso da Terra, com o maior peso (38,9%), seguido da Declividade (25,0%) e Pedologia (15,9%), que têm importância expressiva. As demais variáveis, como Geologia (9,4%), Erosividade (6,4%) e Lagos (4,4%), apresentam menor influência.

**Figura 12.** Prioridades das variáveis no método AHP e matriz de decisão.

### Prioridades

Estes são os resultados ponderados pelos critérios escolhidos na comparação entre pares:

Variáveis	Prioridade	Classificação	(+)	(-)
1 Uso da Terra	38.9%	1	7.8%	7.8%
2 Declividade	25.0%	2	4.3%	4.3%
3 Pedologia	15.9%	3	2.9%	2.9%
4 Geologia	9.4%	4	1.7%	1.7%
5 Erosividade	6.4%	5	1.5%	1.5%
6 Lagos	4.4%	6	0.8%	0.8%

Número de comparações = 15  
Razão de Consistência CR = 1.5%

### Matriz de Decisão

Os resultados ponderados são baseados no principal autovetor da matriz de decisão:

	1	2	3	4	5	6
1	1	2.00	3.00	4.00	5.00	7.00
2	0.50	1	2.00	3.00	4.00	5.00
3	0.33	0.50	1	2.00	3.00	4.00
4	0.25	0.33	0.50	1	2.00	2.00
5	0.20	0.25	0.33	0.50	1	2.00
6	0.14	0.20	0.25	0.50	0.50	1

Autovalor principal = 6.094  
Solução de Autovetor : 4 iterações, delta = 7.2E-9

**Fonte:** BPMSG AHP (2024)

A matriz de decisão mostra as comparações pareadas entre as variáveis, onde cada célula representa a importância relativa entre duas variáveis. Por exemplo, o Uso da Terra é considerado duas vezes mais importante que a Declividade, conforme indicado pelo valor 2,00. Os valores na matriz são recíprocos, assegurando a consistência dos julgamentos, com um Índice de Consistência (RC) de 1,5%, considerado aceitável. O processo de cálculo envolveu 15 comparações e resultou em uma solução de autovetor alcançada após 4 iterações, demonstrando boa precisão. Assim, o método AHP permitiu uma atribuição sistemática e fundamentada dos pesos, garantindo uma análise robusta da vulnerabilidade ambiental.

## CAPÍTULO 2 – A SOJA NA AMAZÔNIA SETENTRIONAL: A EXPANSÃO DA FRONTEIRA EM RORAIMA

Integrar os estudos de geologia, geomorfologia, pedologia e climatologia é crucial para entender como a cultura da soja se instala e expande, especialmente em regiões sensíveis e complexas como a Amazônia Setentrional em Roraima. Essa integração dos aspectos físicos relacionada com a análise do território é essencial para mitigar impactos ambientais, garantir a conservação dos recursos naturais e promover práticas agrícolas que sejam ecologicamente responsáveis e socialmente justas.

### 2.1 Caracterização da área de estudo: condições edafoclimáticas

A área de estudo compreende um retângulo envolvente da produção de soja no estado de Roraima, pode ser localizada entre as coordenadas do canto superior esquerdo de 3°09'55.2" Norte e 61°25'30.5" Oeste, e canto inferior direito de 2°20'58.2" Norte e 60°12'46.4" Oeste (Figura 13).

Os municípios de Alto Alegre, Boa Vista, Bonfim, Cantá e Mucajaí possuem limites dentro da área de estudo, sendo eles os maiores produtores de soja no estado de Roraima. A tabela 1 abaixo detalha a área de cada município, assim como suas áreas protegidas e as inseridas dentro da área de estudo.

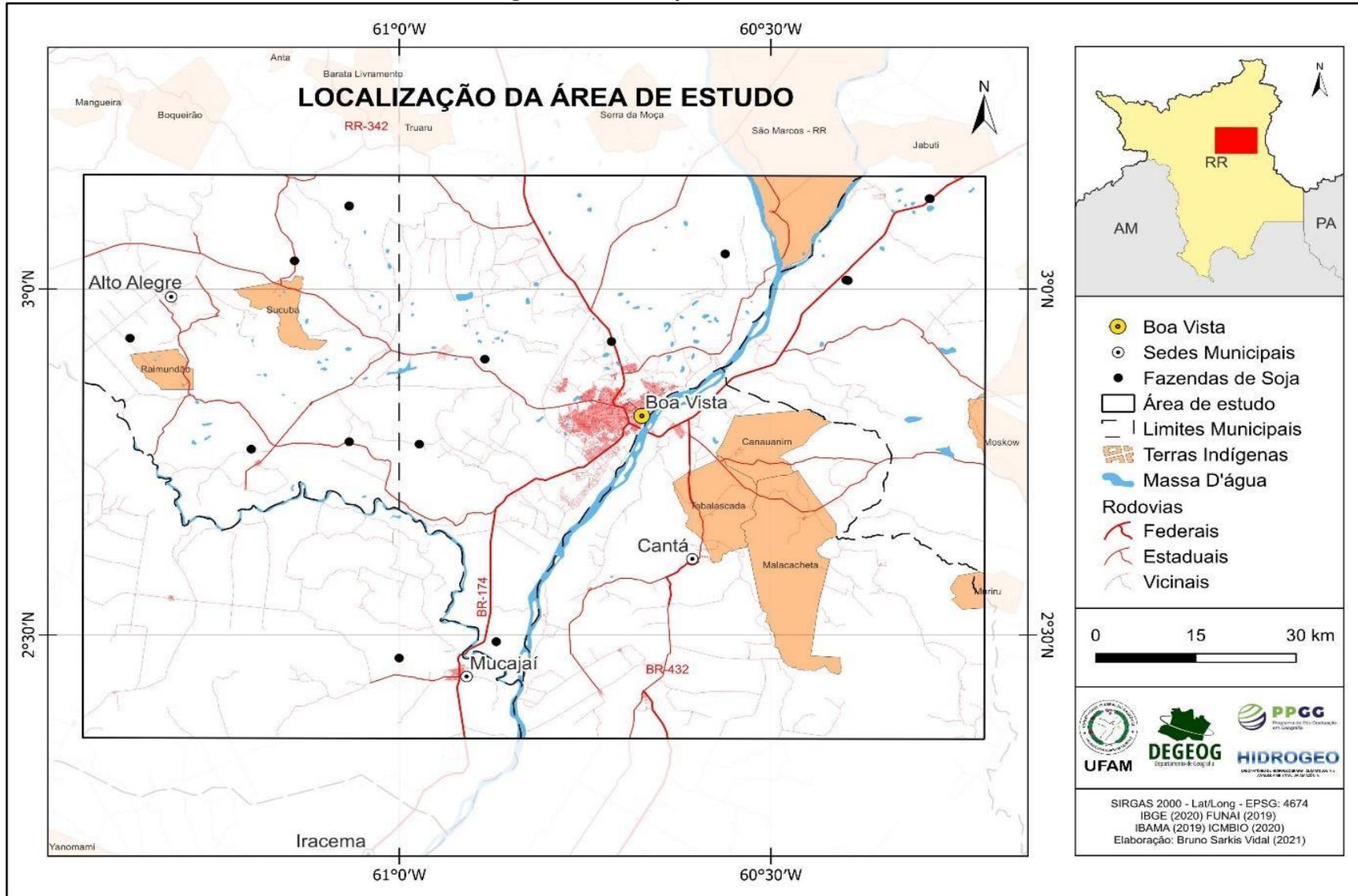
**Tabela 1.** Área municipal dentro da área de estudo<sup>6</sup>.

Municípios	Área total do município (Km <sup>2</sup> )	Área protegida do município (Km <sup>2</sup> e % de UCs e Tis)	Área municipal dentro da área de estudo (Km <sup>2</sup> )	Área municipal dentro da área de estudo (%)
Alto Alegre	25.774,29	20.951,04 ou 81,29%	2.362,81	9,17
Boa Vista	5.698,55	1.415,86 ou 24,85%	2.998,12	52,61
Bonfim	8.160,01	1.720,61 ou 21,09%	1.535,83	18,82
Cantá	7.710,06	559,89 ou 7,26%	2.999,13	38,90
Mucajaí	12.815,93	7.456,05 ou 58,18%	2.341,15	18,27

**Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

<sup>6</sup> Cálculos realizados no QGIS 3.30.3 utilizando as bases de IBGE (2022).

Figura 13. Localização da área de estudo



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2023).

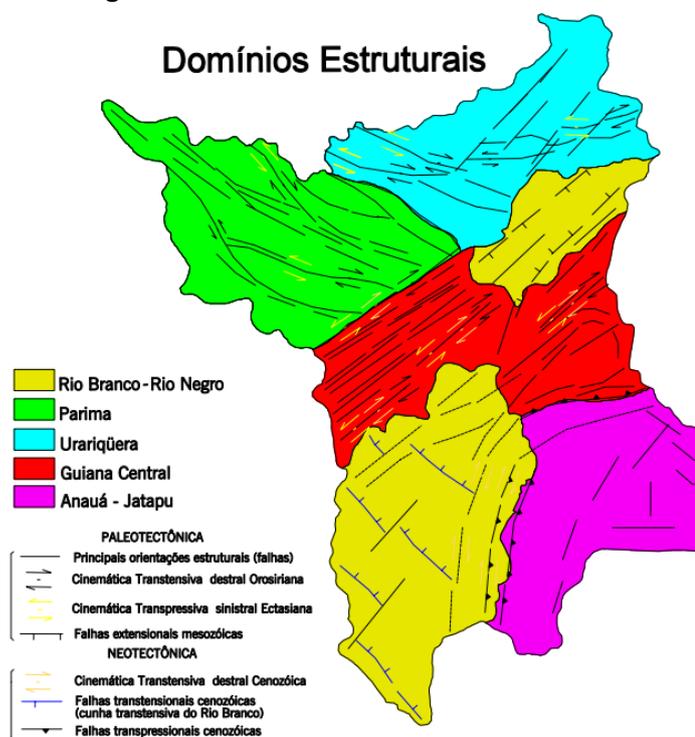
As principais rodovias que cortam a área de estudo são as federais BR-174 (Manaus-Boa Vista), BR-432. E as estaduais RR-205, RR-452 e RR-401 (Boa Vista – Bonfim). As rodovias e as frentes pioneiras estão intrinsecamente ligadas no contexto da expansão agrícola, principalmente no contexto amazônico.

A expansão do agronegócio da soja tem sido motivo de preocupação crescente devido ao seu impacto ambiental, é fundamental realizar pesquisas e monitoramento para compreender as consequências dessa expansão da agricultura de soja na biodiversidade, no solo, no clima e nas comunidades locais.

## Geologia

O arcabouço geológico regional do Estado de Roraima tem sua evolução geotectônica relacionada ao escudo das Guianas. Reis *et al.* (2003) na classificação de compartimentação litoestrutural de Roraima, apresentam uma divisão em quatro domínios tecnoestratigráficos (Figura 14).

Figura 14. Domínios estruturais de Roraima.



Fonte: IBGE (2005).

Nesse contexto regional, o recorte da área de estudo está situado no Domínio Estrutural Rio Branco – Rio Negro (DRBRN) com contatos nos domínios Guiana Central e Urariqüera.

As características das unidades litológicas do DRBRN é apresentar idades das épocas do cenozóico, sendo encobertas por sedimentos do terciário e quaternário (Mendes *et al.*, 2022). Na caracterização geológica da área de estudo, priorizará as formações geológicas onde foram mapeadas as fazendas de soja em trabalho de campo e gabinete.

O Grupo Cauarane é constituído por formações rochosas supracrustais metavulcanossedimentares de moderado a elevado grau metamórfico, sendo segmentados de acordo com Riker, Araújo e Reis (1999) em três amplas categorias: (a) Intercalações de xistos de talco-clorita-tremolita, xistos de clorita-tremolita, xistos de actinolita, anfibolitos, metacherts, gonditos e paragnaisses secundários; (b) Paragnaisses acompanhados de anfibolitos, rochas calcissilicáticas e xistos secundários; (c) Gnaisses kinzigíticos.

Já o Complexo Urariqüera, recentemente denominado de Grupo Surumu (Reis *et al.* 2003), é caracterizado pelo conjunto de rochas magmáticas ácidas, além de rochas miloníticas de composição intermediária a ácida, sendo resultantes de processos deformacionais em ambiente dúctil-rúptil (Reis e Haddad, 1999).

A Formação Boa Vista (FBV) é a principal unidade geológica na área de estudo (Figura 15), de idade pleistocênica, constituídas por areias argilosas, argila arenosa e cascalhos que formam uma grande planície (Montalvão *et al.*, 1975). Sua posição estratigráfica recobre discordantemente as rochas polimetamórficas do Complexo Guianense, da Formação Surumu e das suítes intrusivas da Formação Apoteri e da Formação Takutu.

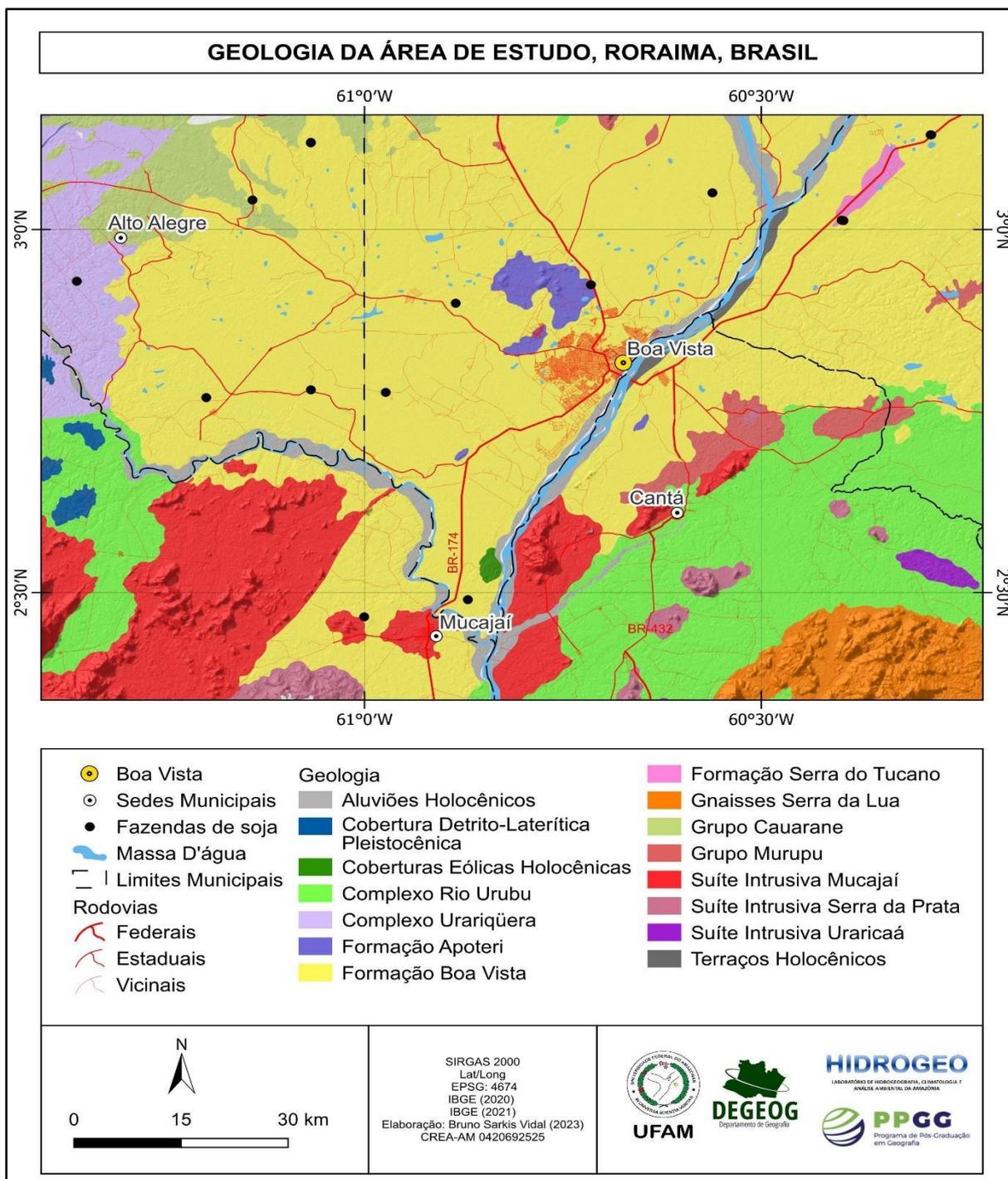
A FBV ocupa a porção centro-nordeste/centro-leste do estado, abrange as regiões drenadas pelos baixos cursos dos rios Urariquera, Tucutu, Maú, Caumé, Parimé, Surumu, Amajari, Viruaquim e rio Branco (Reis, 1999).

Montalvão *et al.* (1975) discorrem que os sedimentos da Formação Boa Vista são mal selecionados, com grãos com baixo grau de arredondamento, o que indica

pequeno transporte. Nos arenitos da FBV são encontradas intercalações de material silítico-argiloso, além das concreções lateríticas encontradas nos sedimentos.

De acordo com Reis (1999) essa bacia sedimentar revela morfologicamente características de uma planície, com relevo suave e dissecação localizada, representada por limitados campos arenosos com feições de dunas eólicas.

**Figura 15.** Estruturas geológicas da área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

É importante compreender a geologia para entender o desenvolvimento geomorfológico e pedológico da área de estudo, que ao serem relacionados com o que permite relacionar os elementos para analisar o desenvolvimento da cultura da soja.

### **Geomorfologia**

A geomorfologia do estado de Roraima é a mais variada de toda a Amazônia brasileira devido à complexa estrutura geológica. A gênese das paisagens geomorfológicas de Roraima é condicionada por movimentos neotectônicos, ciclos de erosão e aplainamento (Ladeira e Dantas, 2014).

Um dos principais ciclos para o recorte da área de estudo foi o erosivo Sul-Americano, no qual teria atuado sob a variação de climas secos e úmidos do Paleógeno, a cerca de 65 e 23 milhões de anos atrás. Ladeira e Dantas (2014) apontam que este foi o ciclo mais longo que atuou na América do Sul, consistindo em uma pediplanação generalizada dos terrenos e intenso intemperismo químico, os quais deram origem à sedimentação da Formação Boa Vista, conseqüentemente, da compartimentação geomorfológica Depressão de Boa Vista.

As planícies e terraços fluviais referem-se ao domínio morfoestrutural de depósitos sedimentares do quaternário (Quadro 6), compreendem modelados de acumulação, com áreas planas extensas, em depósitos arenosos, onde são periodicamente inundadas no período de cheia dos rios do estado (IBGE, 2009).

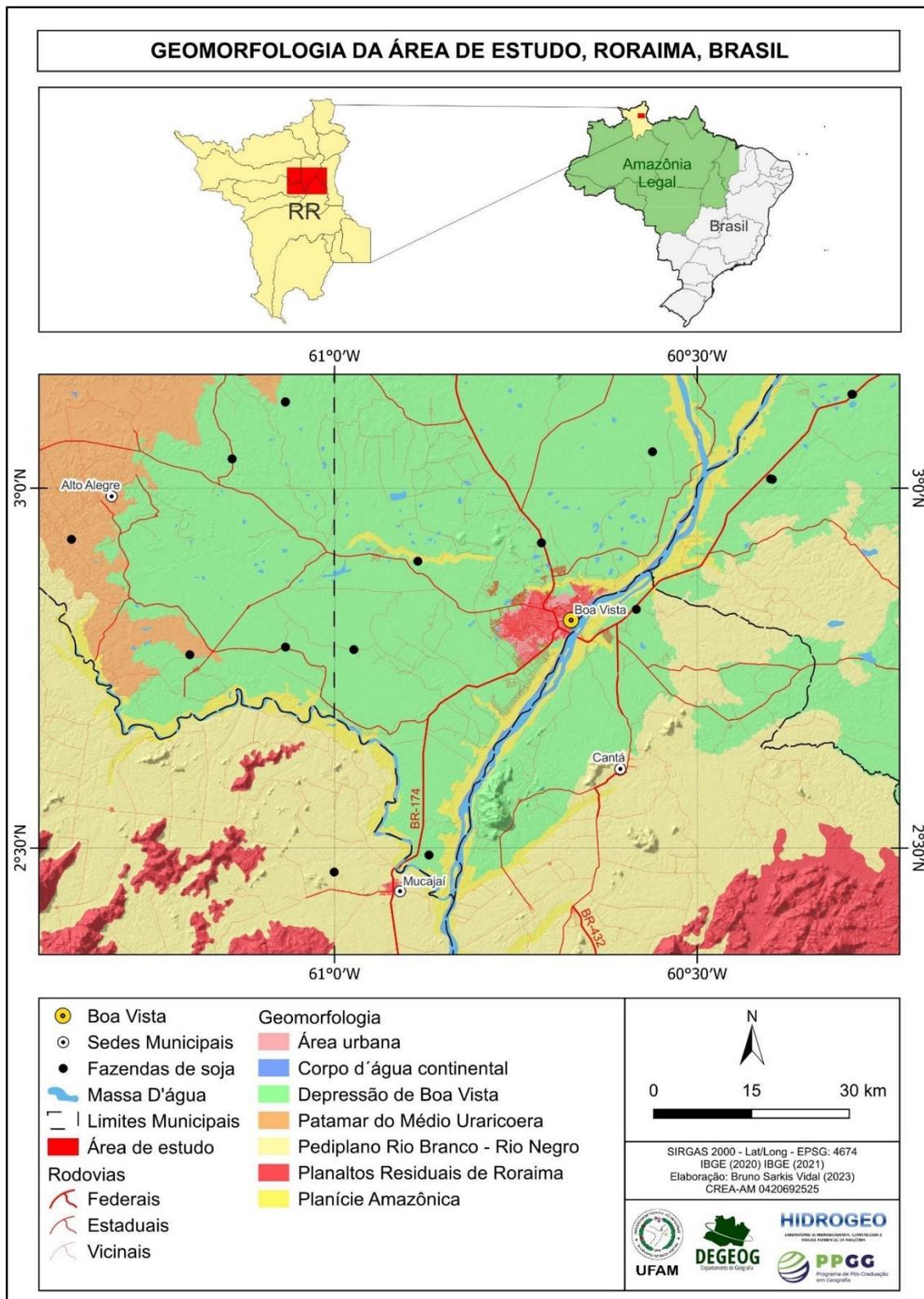
**Quadro 6.** Táxons geomorfológicos de Roraima.

<b>1º Táxon</b>	<b>2º Táxon</b>	<b>3º Táxon</b>	<b>4º Táxon</b>
<b>Domínios Morfoestruturais</b>	<b>Regiões Geomorfológicas</b>	<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Modelados</b>
Depósitos Sedimentares Quaternários	Bacias hidrográficas de Roraima	Planícies e Terraços Fluviais	Acumulação
Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Cobertura Cenozóica	Depressão Boa Vista	Aplanamento
		Pediaplano Rio Branco-Rio Negro	Aplanamento
Crátons Neoproterozóicos	Patamares Dissecados de Roraima	Patamar do Médio Uraricoera	Dissecação
		Planaltos Residuais de Roraima	Dissecação

**Fonte:** IBGE (2009)

A principal planície é a do rio Branco, as demais unidades geomorfológicas da área de estudo podem ser visualizadas no mapa geomorfológico abaixo (Figura 16).

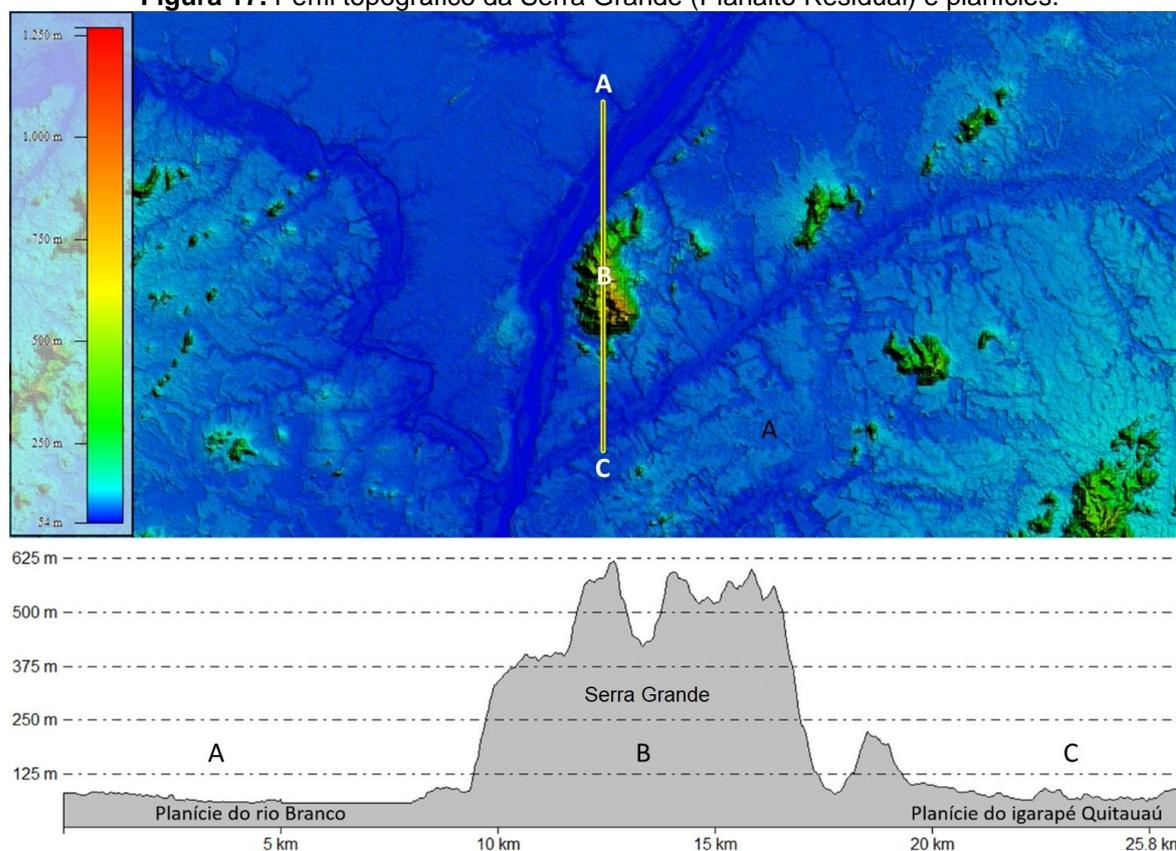
**Figura 16.** Unidades geomorfológicas da área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

Os Planaltos Residuais de Roraima são caracterizados pelos relevos residuais dissecados, revela-se uma morfologia caracterizada por erosão diferencial com um controle estrutural na direção NE-SW (Ladeira e Dantas, 2014). Esta unidade geomorfológica é composta por rochas ortognáissicas e graníticas de suítes de intrusão. Suas principais formas geomorfológicas são as serras (Figura 17) e maciços rochosos isolados (*inselbergs*) com topos de crista e pontões e vertentes erodidas (Beserra Neta e Tavares Júnior, 2020).

**Figura 17.** Perfil topográfico da Serra Grande (Planalto Residual) e planícies.



**Fonte:** SRTM. **Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

O Pediplano Rio Branco – Rio Negro é caracterizado por Franco *et al.* (1975) como uma extensa superfície de aplainamento com áreas conservadas e dissecadas em rochas pré-cambrianas do Complexo Guianense, além de sedimentos inconsolidados da cobertura sedimentar com altitudes que variam de 80 a 160 metros.

A declividade do Pediplano Rio Branco – Rio Negro é fraca em direção à calha do rio Negro, caracteriza-se por morros alongados orientados predominantemente a NE-SW, formando um pediplano retocado e desnudado devido a sucessivas fases de erosão. Além de morros isolados e agrupados, principalmente a leste e sul,

representam formas residuais do tipo "inselbergs", com altitudes entre 100 e 300 metros, evidenciando cristas convexas e controle estrutural próximo aos planaltos residuais de Roraima. Na porção sudeste de Roraima, o Pediplano assume um relevo plano com altitudes de 90 a 110 metros (Figura 18), destacando-se por superfícies colinosas e campos de matacões compostos por granodioritos e granitos de suítes intrusivas (Beserra Neta e Tavares Júnior, 2020).

**Figura 18.** Pediplano Rio Branco – Rio Negro e Planalto Residual de Roraima ao fundo.



**Fotografia:** Bruno Sarkis Vidal (19/04/2023 – 2°41'47.5" N, 60°51'25" W)

A unidade do Patamar do Médio Urariquera possui os contatos geomorfológicos com a Depressão de Boa Vista e o Pediplano Rio Branco – Rio Negro. De acordo com Beserra Neta e Tavares Júnior (2020), a região é marcada por colinas agrupadas e isoladas, com altitudes entre 250 e 500 metros na margem direita do rio Amajari, podendo atingir até 750 metros quando agrupadas na margem esquerda do rio. As elevações possuem topos convexos e, ocasionalmente, formam pontões alinhados nas direções E-W e NW-SE.

A Depressão Boa Vista é a principal unidade geomorfológica da área de estudo, onde se concentram a maioria das fazendas de soja devido às suas características planas com altitude média variando entre 80 a 110 metros (Figura 19). Essa extensa unidade pediplanada é resultado da pediplanação plio-pleistocênica que atuou na bacia sedimentar de Boa Vista (Ladeira e Dantas, 2014).

**Figura 19.** Depressão Boa Vista.



**Fotografia:** Bruno Sarkis Vidal (20/04/2023)

Suas principais formas geomorfológicas são de topo tabular de natureza dissecada homogênea ou diferencial, com baixa densidade de drenagem, além das colinas residuais denominadas de “tesos” de topo convexos com acúmulo de sedimentos na base (Silva *et al.*, 2009)

### **Pedologia**

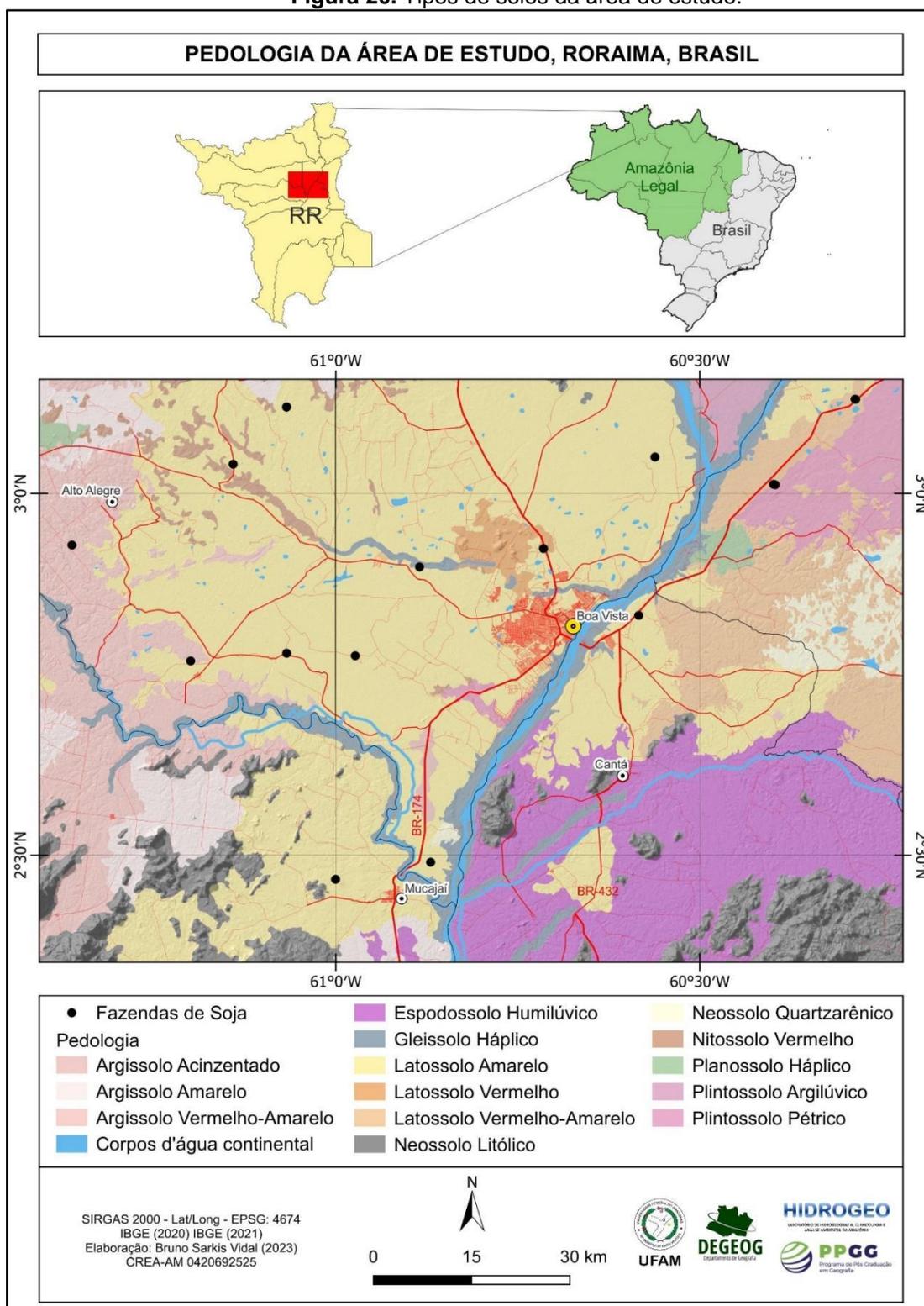
A porção da Amazônia Setentrional, especialmente o estado de Roraima, está inserido sob condições geológicas, geomorfológicas e climáticas distintas de toda Amazônia Brasileira, o que confere alta diversidade pedológica à região devido aos seus biomas contrastantes (Vale Júnior, Sousa e Nascimento, 2014).

Somente no recorte da área de estudo, identifica-se 8 ordens de solos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBICS) de um total de 13 ordens classificadas em todo território nacional (Santos *et al.*, 2018).

Ao nível de subordens (2º Nível categórico), são 14 existentes dentro da área de estudo, sendo eles: os argissolos do tipo acinzentados, amarelo e vermelho-amarelo; espodossolo humilúvico; gleissolo háplico; os latossolos do tipo amarelo, vermelho e vermelho-amarelo; os neossolos litólico e quartzarênico; nitossolo vermelho; planossolo háplico; e os plintossolos argilúvico e pétrico (Figura 20).

Nesta caracterização, priorizará os solos onde as atividades de soja estão instaladas, sendo assim, os latossolos do tipo amarelo, vermelho e vermelho-amarelo e o argissolo vermelho-amarelo.

**Figura 20.** Tipos de solos da área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

O maior solo em extensão na área de estudo é o latossolo amarelo, são solos em estágio avançado de intemperização, solos profundos e altamente desenvolvidos devido a transformações no material constituinte. Para Lepsch (2011), apresentam pequena diferenciação de horizontes, sem macroagregados nítidos no horizonte B.

Esses solos praticamente carecem de minerais primários ou secundários menos resistentes à intemperização, apresentando uma capacidade de troca de cátions na fração de argila baixa (Santos *et al.*, 2018).

De acordo Vale Júnior, Sousa e Nascimento (2014), os latossolos amarelos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico com matiz entre 10YR e 7.5YR ou mais amarelo na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (Figura 21). Na área de estudo estão associados aos depósitos de areia e argila da Formação Boa Vista, que data do final do período Neógeno e início do Quaternário (Plio-Pleistoceno).

**Figura 21.** Perfis de Latossolo Amarelo: A) Em região de savana próximo à Boa Vista. B) Em área florestada próximo à Rorainópolis.



**Fonte:** Vale Júnior, Sousa e Nascimento (2014).

Os latossolos vermelhos são caracterizados como solos minerais não hidromórfico, originado a partir de alteração de rochas metamórficas e ígneas, em grande parte são distróficos, suas texturas são médias a argilosa, com ausência de cerosidade, neste caso, não caracteriza gradiente textural (Vale Júnior, Sousa e Nascimento, 2014).

Para Vale Júnior, Sousa e Nascimento (2014), os Latossolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos-Amarelos estão associados na paisagem e diferem principalmente na cor e em algumas características químicas. Os vermelhos-amarelos possuem coloração no horizonte A de matiz 7.5 YR, e 2.5 YR a 7.5 YR no horizonte BW, posicionados nos topos aplainados de relevo suave ondulado a ondulado, sob vegetação de savana.

Os argissolos também são bastante intemperizados, contudo, ao contrário dos latossolos, apresentam um horizonte B com acúmulo de argila (LEPSCH, 2011). São formados por material mineral, possuem horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de baixa atividade. No entanto, eles também podem apresentar argila de alta atividade, desde que esteja associada a uma baixa saturação por bases ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B (Santos *et al.* 2018).

Os argissolos vermelhos-amarelos da área de estudo são solos minerais não hidromórficos, profundos e bem drenados com presença de cerosidade, que se formaram a partir dos produtos resultantes da decomposição de rochas graníticas e gnáissicas com menor teor de sílica, bem como de rochas básicas como os basaltos (Vale Júnior, Sousa e Nascimento, 2014).

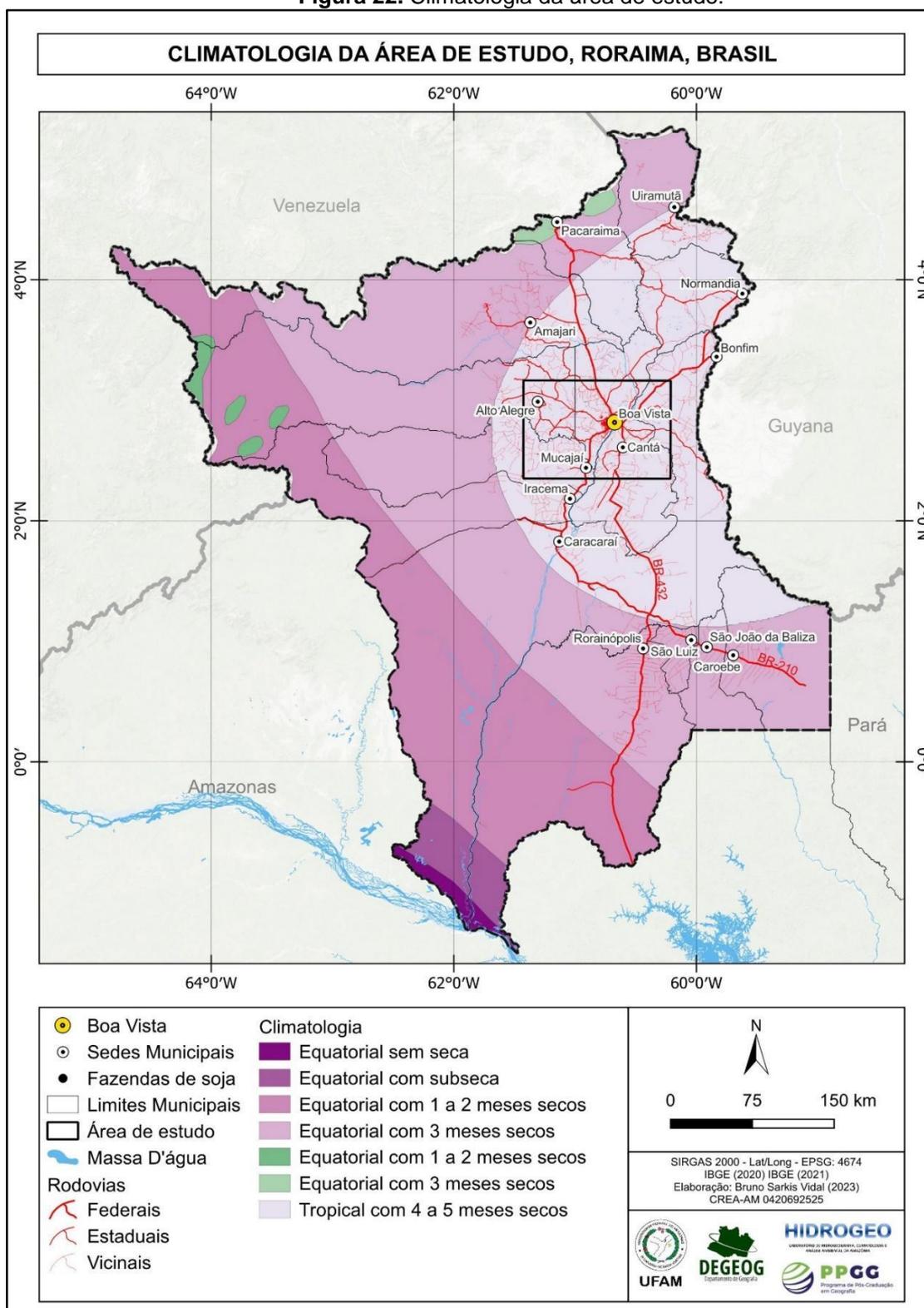
## **Climatologia**

O clima da região Amazônica depende de vários fatores, mas a energia solar é o mais importante, como a superfície recebe muita energia do sol, a região registra baixa amplitude térmica sazonal (Fish, Marengo e Nobre, 1998).

A configuração climática do estado de Roraima é controlada pelas ações das massas de ar Equatorial Continental (MEC) e a Equatorial Atlântica Norte. A MEC tem origem na Amazônia Ocidental com atuação associada ao equador térmico, que acompanha o zênite solar, na qual acompanha a posição da Zona Convergência Intertropical (Wankler e Sander, 2019).

De acordo com a classificação do IBGE (2002), a área de estudo é classificada como Tropical de Zona Equatorial, quente, com médias de temperaturas acima de 18°C, semiúmido e com 4 a 5 meses secos (Figura 22).

Figura 22. Climatologia da área de estudo.

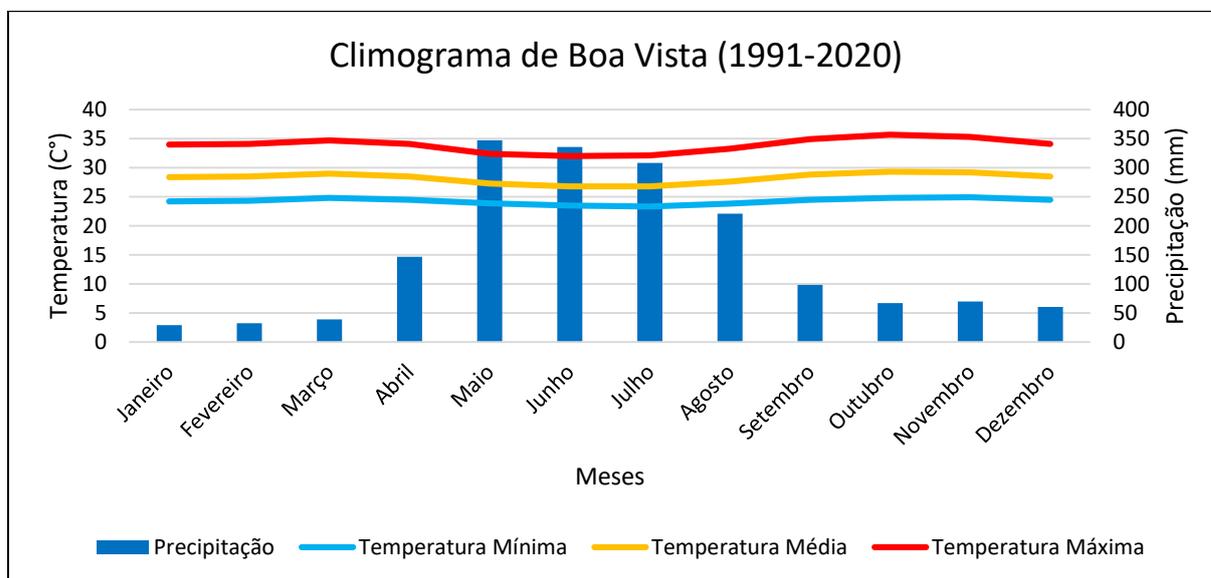


**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

O clima da área de estudo na classificação de Köppen aplicada no Brasil por Dubreuil *et al.* (2018) é do tipo Aw, apresentando clima tropical com inverno seco. A temperatura mínima média anual é de 24,3°C, enquanto a média anual da temperatura

máxima é de 33,9°C, à vista disso, a amplitude térmica é de 9,6°C (Figura 23). De acordo com Smiderle (2019), esta faixa é ótima para o desenvolvimento da soja, que se adapta melhor nas regiões onde as temperaturas oscilam entre 20°C a 30°C.

**Figura 23.** Climograma de Boa Vista (1992-2022)



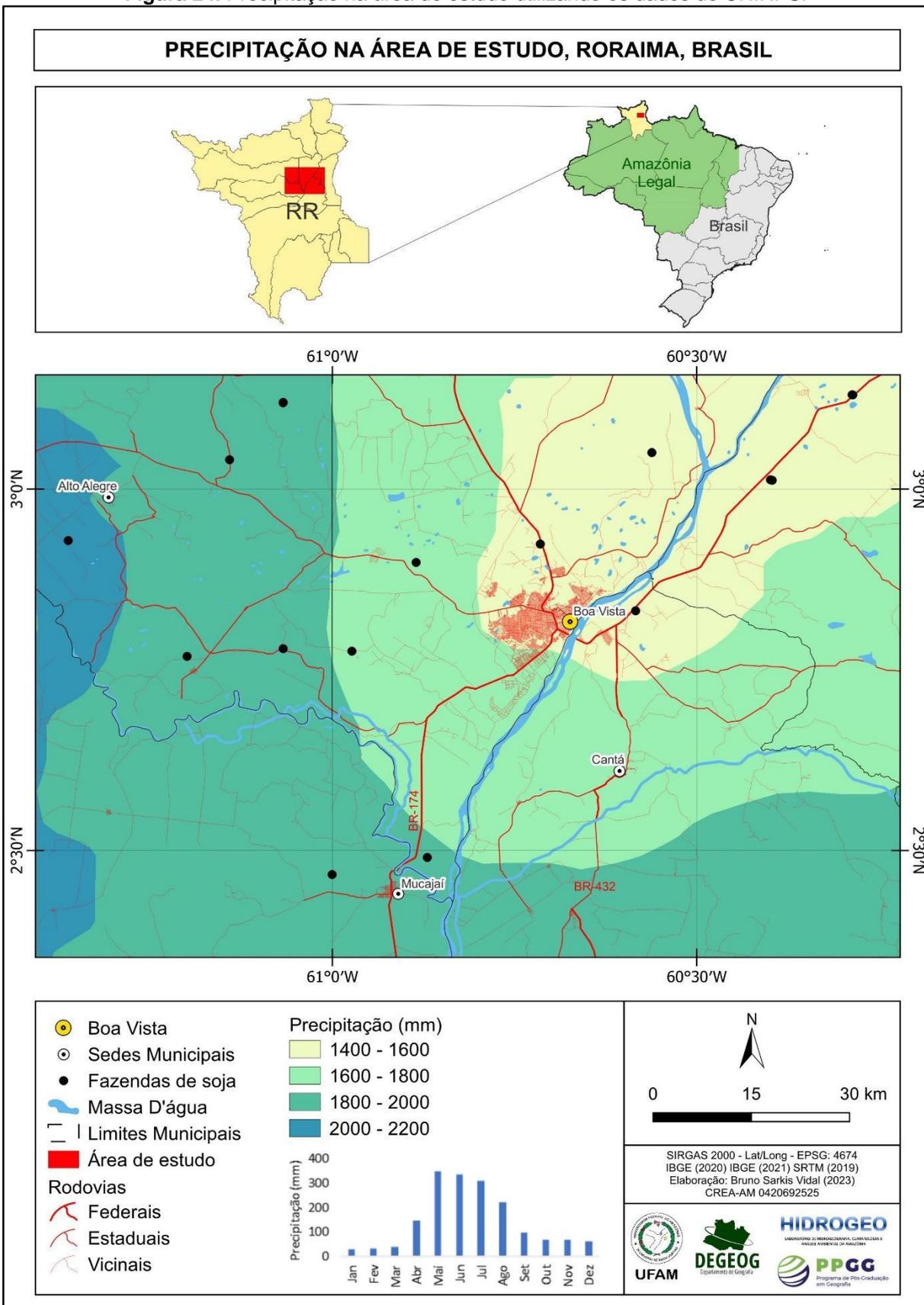
**Fonte:** INMET (2022).

Ao analisar os dados da normal climatológica de 1991 a 2020 da estação automática de Boa Vista, verifica-se que sua estação chuvosa acontece entre os meses de abril a agosto, dos 1754 mm anuais de precipitação, 80% ocorrem durante o período. Enquanto os meses secos são compreendidos entre setembro e março.

Os maiores valores anuais de precipitação na área de estudo (Figura 24) são próximos de 2200 mm/ano, os maiores valores têm à disposição geográfica de Oeste a Nordeste, divididos em 4 faixas de 200 mm de intervalo. A faixa maior de 2200 a 2000 mm está a Oeste, próximo da sede municipal de Alto Alegre. As outras faixas passam por uma transição na direção de Boa Vista.

A cultura da soja se adapta bem ao clima de Roraima, onde o período de chuvas coincide com o de menor insolação e maior temperatura. Assim, as variedades de soja cultivadas nessa região têm um ciclo mais curto, entre 75 e 110 dias, mesmo que sejam de tipo juvenil longo (Smiderle, 2019).

Figura 24. Precipitação na área de estudo utilizando os dados do CHIRPS.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2023).

## Vegetação

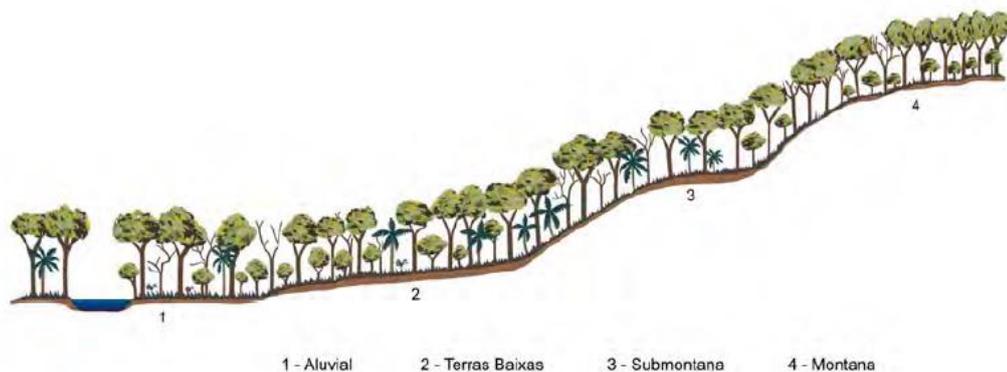
O estado de Roraima se destaca pela sua riqueza e diversidade de vegetação, essa variedade da flora reflete as diferentes condições climáticas, geológicas e geomorfológicas da região, bem como a influência de fatores históricos, biogeográficos e culturais.

A área de estudo apresenta 9 classes de vegetação, passando de formações como a Floresta Ombrófila e Floresta Estacional até as Savanas, além de formações isoladas como as Campinaranas Arborizadas, corroborando a diversidade vegetal.

As atividades de soja na área de estudo se concentram nas Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa, Savana Arborizada e Floresta Estacional Semidecidual Submontana. De acordo com IBGE (2012), o estabelecimento do conceito ecológico da Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FESS) ocorre em decorrência da presença do clima sazonal que resulta na semidecidualidade das folhas da cobertura florestal, é uma vegetação natural em áreas de tensão ecológica, neste caso, no contato entre a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional.

A FESS é composta por fanerófitos, que são plantas perenes cujas gemas foliares estão protegidas da seca por escamas, esse mecanismo ajuda a enfrentar as condições climáticas adversas (IBGE, 2012). Segundo Barbosa (2017), a FESS na área de estudo está em áreas aplainadas ou com alguma elevação, desde colinas a serras, sempre em condições climáticas onde a restrição hídrica supera 3 meses de ausência de chuvas contínuas (Figura 25).

**Figura 25.** Perfil esquemático da Floresta Estacional Semidecidual.



**Fonte:** IBGE (2012).

As savanas da área de estudo são conceituadas como vegetação xeromorfa, apresentando elementos arbóreos retorcidos, revestindo solos lixiviados aluminizados que ocorrem sob a estacionalidade climática de mais de 3 meses. Ressalta-se que esse tipo de vegetação também é denominado como Cerrado<sup>7</sup> e Lavrado em Roraima (IBGE, 2012; Barbosa e Miranda, 2004).

De acordo com Barbosa (2017), a paisagem de Roraima exhibe diversas variações nas Savanas, que incluem serras, colinas, tesos e, predominantemente, a planície dos campos do rio Branco. Dentro desse contexto, emergem subclasses distintas, nomeadamente Arborizada, Parque e Gramíneo-lenhosa.

A Savana Arborizada apresenta as características de fisionomia nanofanerofítica rala, indicando a presença de plantas de pequeno porte e espaçamento reduzido, e da característica hemicriptofítica graminóide contínua, sugerindo uma vegetação formada por gramíneas com um hábito de crescimento parcialmente oculto, com cobertura contínua (IBGE, 2012). Em Roraima, esta feição é destaque pelo porte, principalmente por conta do caimbé (*Curatella americana*), regionalmente conhecido como caimbezal (Figura 26).

**Figura 26.** Savana Arborizada em Roraima.



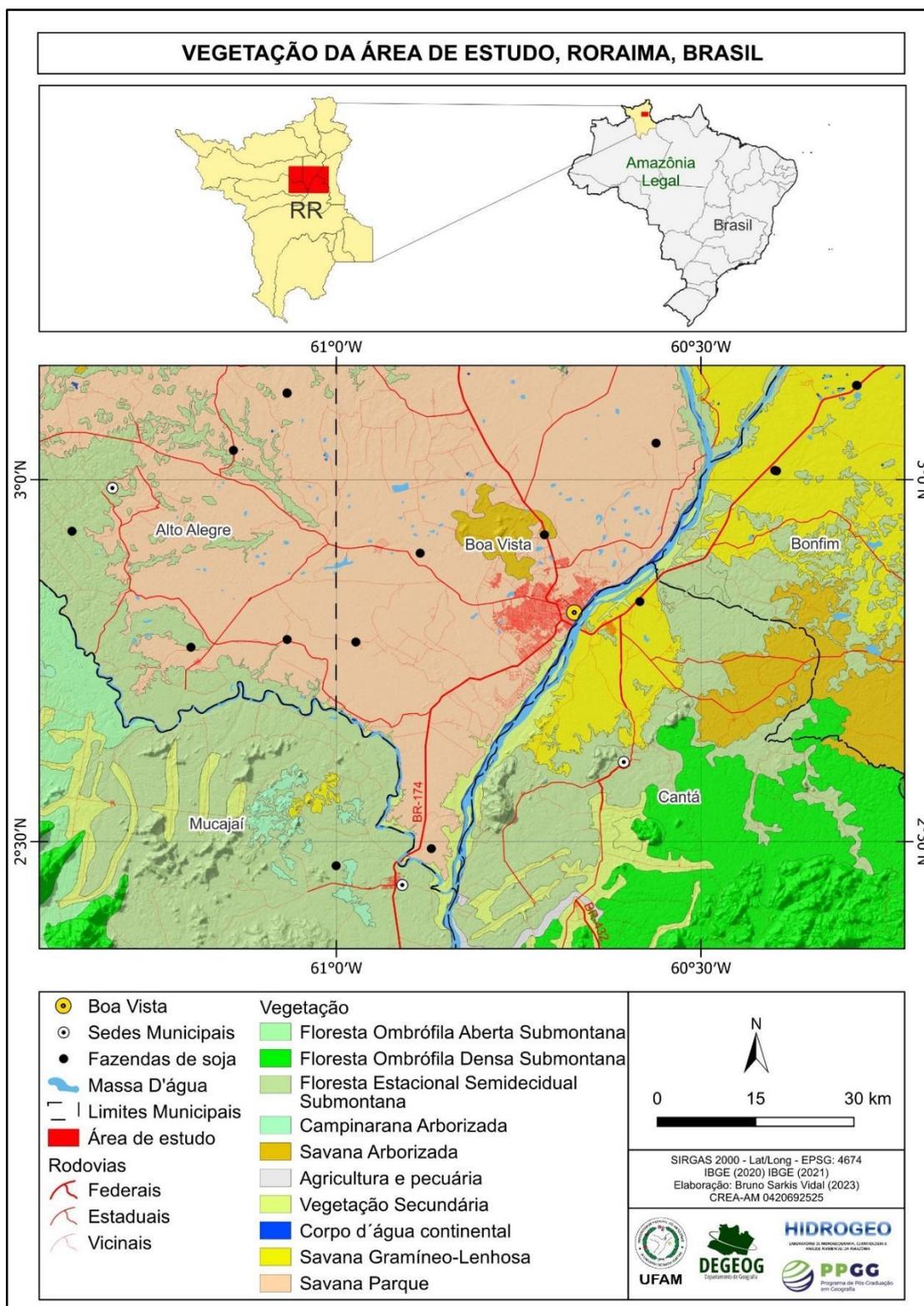
**Fonte:** Beethoven Barbosa (2008)

Na Figura 27 é possível identificar a região de ocorrência de cada classe de vegetação, permitindo a compreensão da diversidade e a distribuição das formações vegetais na área de estudo.

---

<sup>7</sup> Sinônimo regionalista, por apresentar uma fitofisionomia ecológica homóloga à da África e Ásia (IBGE, 2012).

Figura 27. Vegetação da área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2023).

A Savana Parque é a principal classe na área de estudo, também, sendo a mais extensa, apresentando um aumento da diversidade de espécies arbóreas. Segundo o Manual Técnico de Vegetação do IBGE (2012), ela é um subgrupo de formação

constituída principalmente por um estrato de gramíneas, integrados por hemicriptófitos (plantas cujos órgãos de reprodução estão parcialmente ocultos no solo) e geófitos (plantas que armazenam nutrientes em estruturas subterrâneas).

Já a Savana Gramíneo-Lenhosa, prevalecem os gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemicriptófitos (IBGE, 2012). Para Barbosa (2017), essa vegetação é fortemente influenciada por condições edáficas específicas, nas áreas menos propensas a inundação, porém saturadas durante o período de chuvas, emerge uma característica distintiva marcada pela presença de um elemento lenhoso de pequeno porte.

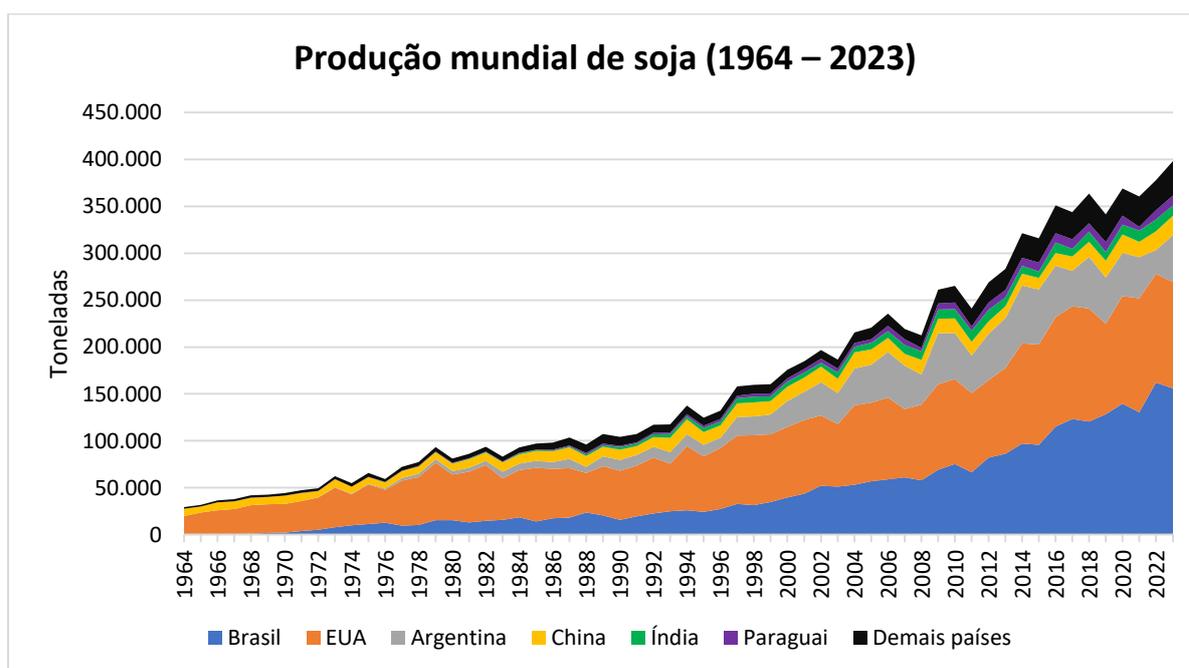
Nessa Savana, destacam-se características fundamentais no ciclo hidrológico da região: a presença comum de lagos desempenha um papel essencial no armazenamento de água para sustentar a extensa rede de igarapés. Além disso, "os banhados" também constituem elementos significativos no sistema de drenagem (Barbosa, 2017).

## 2.2 Geoeconomia e geopolítica da soja: fronteiras e frentes pioneiras no século XXI

A cultura da soja (*Glycine max*) teve origem nas margens de rios e lagos da China, iniciando seus primeiros movimentos de domesticação há mais de cinco mil anos, com foco na alimentação humana. Ao longo dos séculos, a expansão da soja abrangeu diversas regiões, incluindo China, Coréia, Japão, Índia e Sudeste Asiático. A partir da 2ª Guerra Mundial, a soja experimentou uma disseminação exponencial, principalmente direcionada à produção de óleo vegetal e proteínas para ração animal, resultando em um aumento da área plantada e da produção global (Wesz Junior, 2014).

Nos últimos 50 anos, a soja foi o principal grão que se expandiu nas áreas agrícolas mundiais. Entre 1961 e 2023, a área colhida com soja aumentou de 24 milhões para 136 milhões de hectares, representando um crescimento de 466%. No mesmo período, a produção cresceu de 26,9 milhões para 369 milhões de toneladas, um aumento de 1.271% (USDA, 2023). Esse incremento na produtividade está intrinsecamente ligado à "modernização da agricultura", caracterizada pelo melhoramento genético das sementes, adoção de máquinas, insumos modernos e políticas públicas e privadas para o desenvolvimento da commodity (Figura 28).

**Figura 28.** Produção mundial de soja em toneladas por países entre 1964 e 2023.

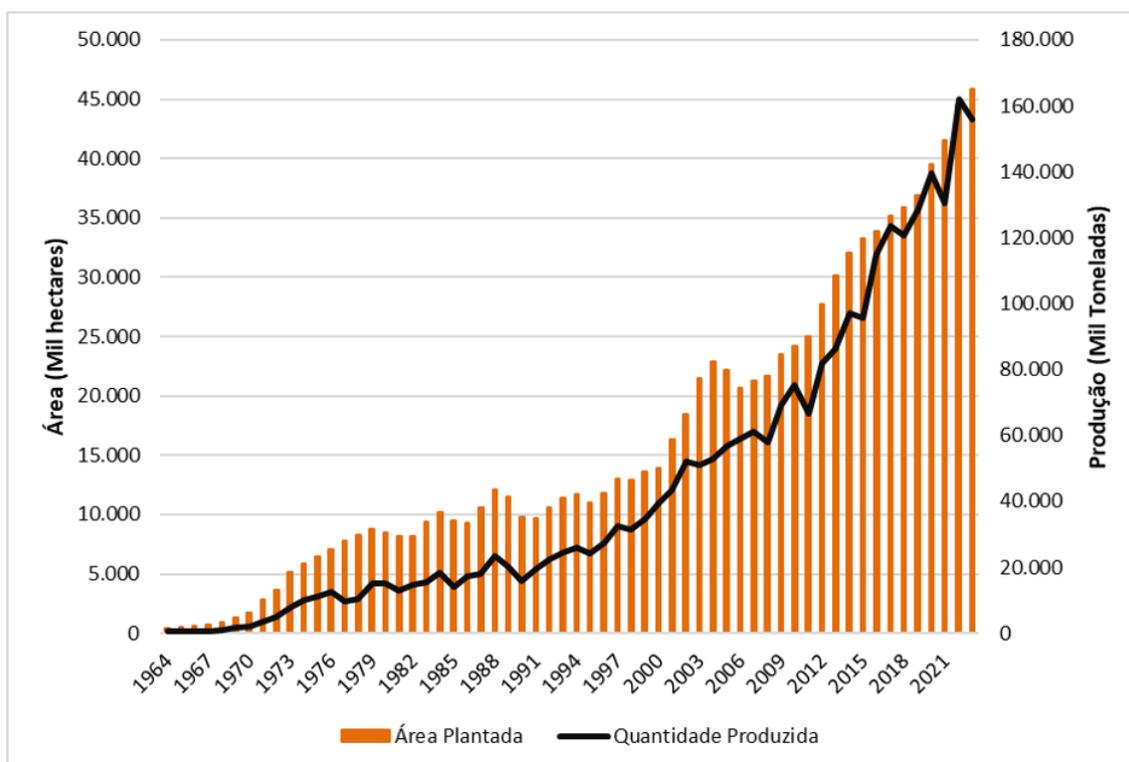


**Fonte:** USDA (2023). **Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024)

Wesz Júnior (2014), destaca que uma das principais motivações para a ampliação na produção de soja reside no crescimento da demanda. Além de atender à produção de óleo destinado ao consumo humano e de farelo utilizado na alimentação animal, um fator considerável tem sido a implementação de políticas públicas voltadas para a produção e utilização de energias renováveis. Ao longo da última década, o biodiesel emergiu como uma fonte importante de energia alternativa, e a soja desempenha um papel significativo como uma das principais matérias-primas para a produção desse biocombustível.

Especificamente, neste último século, a cultura se desenvolveu rapidamente no Brasil, onde o país se tornou o maior produtor mundial, alcançando a produtividade de 3.508 quilos por hectare (CONAB, 2023). O complexo da soja (grão, óleo e farelo) constitui a principal atividade agropecuária do Brasil (Figura 29), devido à sua relevância territorial, abrangendo 44 milhões de hectares plantados e uma produção de 154,56 milhões de toneladas na safra de 2022/2023 (CONAB, 2023).

**Figura 29.** Área cultivada (mil hectares) e produção de soja (mil toneladas) no Brasil (1964 a 2023)



Fonte: USDA (2023).

Os números da produção brasileira correspondem a 41,88% da produção mundial, enquanto as áreas plantadas representam 32,39% das plantações globais

de soja. Além da importância econômica e comercial, contribuindo com 18,19% das exportações do Brasil em 2022, totalizando 46,6 bilhões de dólares (Ministério da Economia/Secex, 2023).

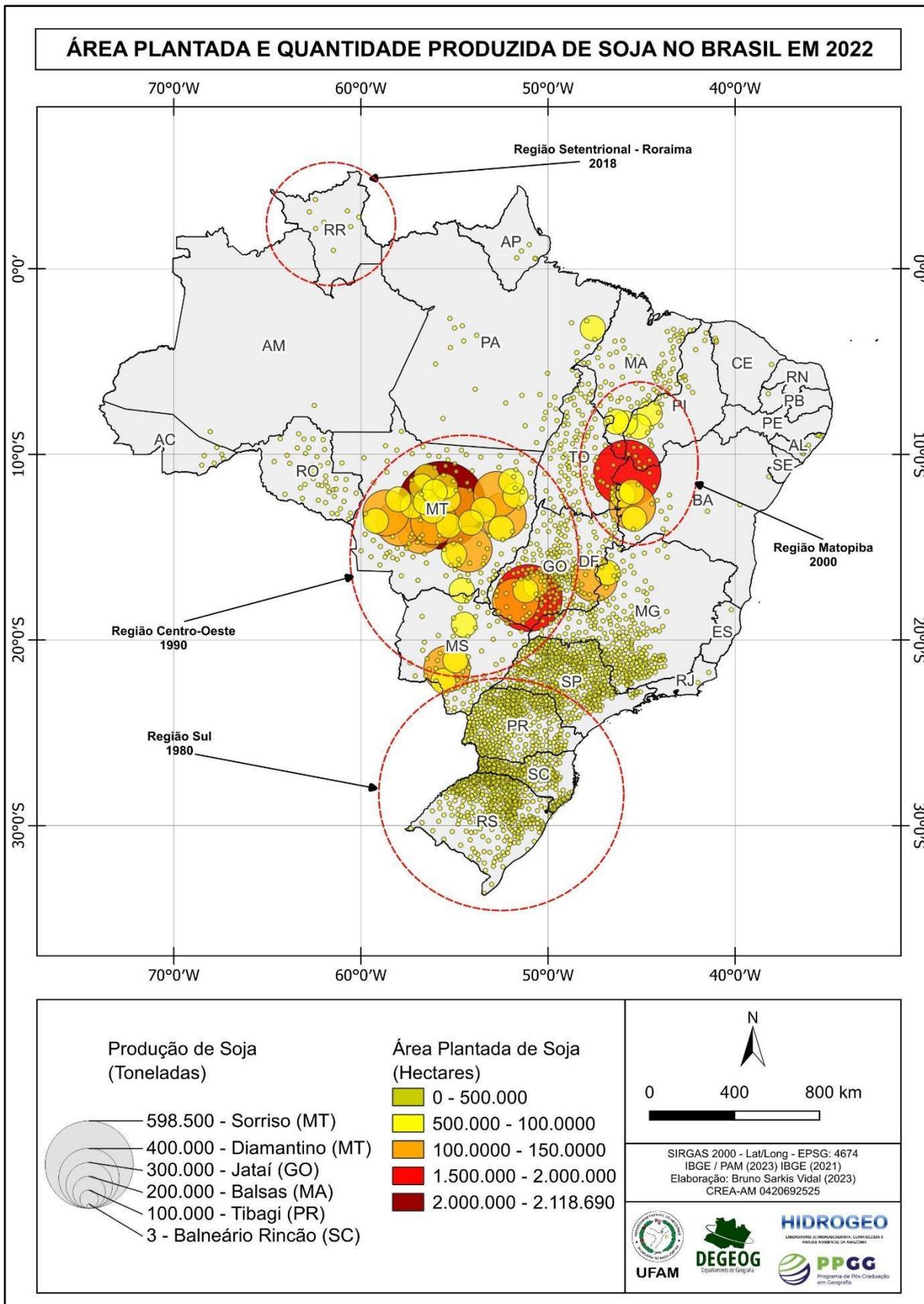
A respeito do domínio territorial da soja, verifica-se a expansão da plantação para regiões brasileiras que até no início da década de 1970 quase não apresentavam condições para absorver monocultivos, no entanto, possuíam as características de estarem territorializadas por populações e comunidades rurais.

A partir da década de 1970 que o crescimento da soja se tornou mais expressivo, impulsionado pela expansão da área cultivada, que saltou de 1,3 para 8,7 milhões de hectares, e do aumento na produção, passando de 1,5 milhão para mais de 15 milhões de toneladas (USDA, 2023).

A década de 1970 foi marcada por uma estratégia nacional-desenvolvimentista na política econômica brasileira, priorizando a industrialização e a substituição de importações. Nesse contexto, a partir da década de 1980 a agricultura passou por uma intensa modernização, ancorada em políticas como o Sistema Nacional de Crédito Rural e a Política de Garantia de Preços Mínimos, dos quais a soja se beneficiou diretamente, consolidando-se como uma cultura de grande importância econômica no país (Wesz Júnior, 2014).

Costa Silva e Michalski (2020) periodizam a geografia da soja no Brasil em três períodos (Figura 30). O primeiro momento se refere à origem da soja na Região Sul nos anos de 1980 e 1990, fruto de uma modernização tardia da agricultura brasileira iniciada nos anos de 1960, momento em que a estrutura fundiária se manteve inalterada, com altos índices de concentração de terras, abrindo-se à produção de monocultivo de grãos, tendo a soja e o milho como protagonistas.

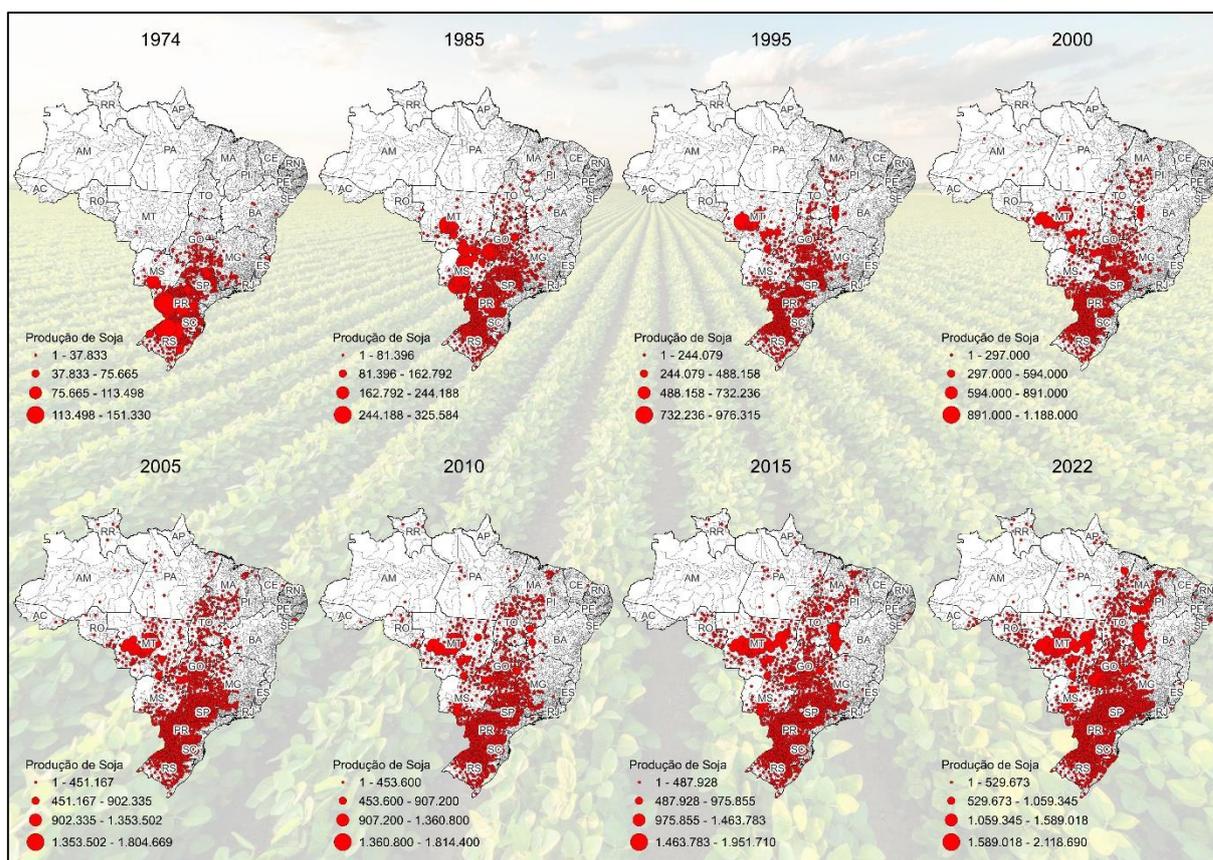
Figura 30. Periodização da expansão da soja no Brasil.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

O segundo momento é datado a partir dos anos de 1990, onde o Centro-Oeste brasileiro, com a primazia do estado do Mato-Grosso, assume o papel de fronteira agrícola no mercado global de *commodity*, a soja consolida a região do agronegócio dos grãos e realiza a expansão para novas regiões (Figura 31).

**Figura 31.** Expansão da soja no Brasil.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

O terceiro momento é marcado pelas novas fronteiras agrícolas a partir dos anos 2000 no Nordeste e Norte. Costa Silva (2014) aponta que o avanço da fronteira agrícola globalizada na região Nordeste esteve acompanhado com a formação dos pólos agrícolas do sul do Maranhão, leste do Tocantins (região Norte), sul do Piauí e oeste da Bahia, formando a região do MATOPIBA.<sup>8</sup>

Enquanto, na região Norte, o agronegócio da soja avança pelos vetores rodoviários e hidroviários (Oliveira Neto, 2019), principalmente associado às rodovias BR-163, BR-364 e BR-230 (Transamazônica), e os portos dos rios Madeira (Maggi) e Tapajós (Cargill e Bunge), territorializando-se no sudeste e oeste do Pará, sul e norte

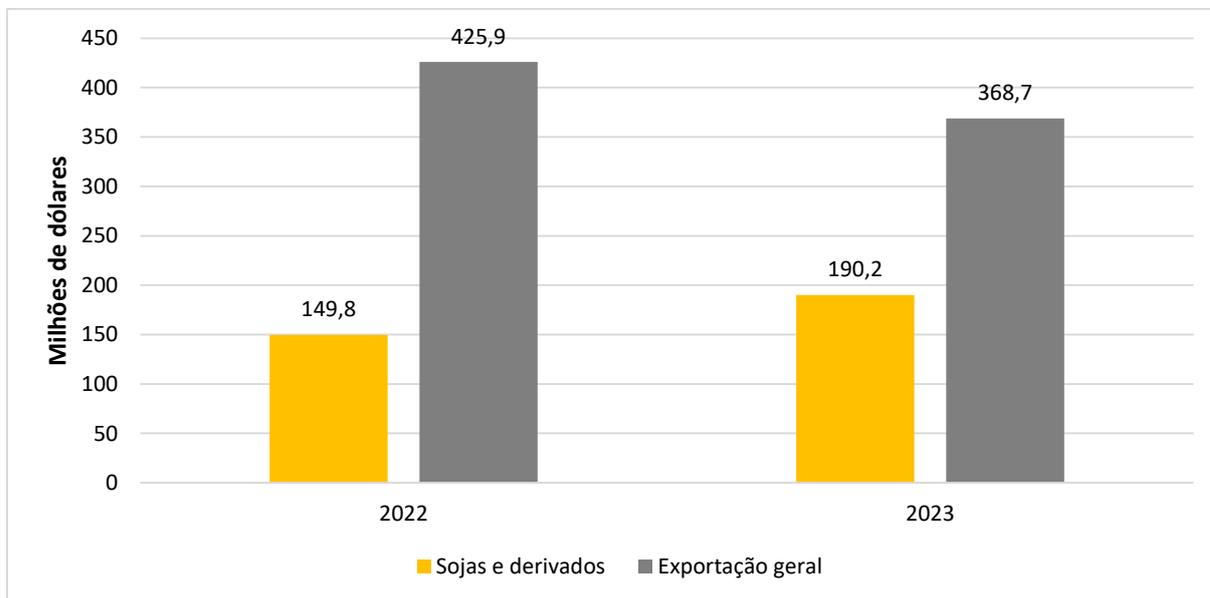
<sup>8</sup> A sigla é um acrônimo formado com as iniciais dos estados integrantes.

de Rondônia, Sul do Amazonas e recentemente nos cerrados de Amapá e Roraima, marcando um quarto momento.

A expansão da produção de grãos na Amazônia, com destaque para a produção da soja, foi induzida estrategicamente através de grandes empresas nacionais e internacionais, localizando-se no entorno das regiões produtoras, instalando novos sistemas de objetos, isto é, base logística como portos e grandes silos.

Para Costa Silva (2015), o capital modificou a composição da técnica do território amazônico, cuja fluidez territorial se tornou um dos principais atributos para a expansão do comércio internacional de grãos. É possível projetar uma dinâmica semelhante para Roraima, tendo em vista o recente crescimento de áreas plantada em 7.241% entre os anos de 2010 a 2022, e a produção 8.750% no mesmo período, tornando a soja o principal produto na pauta de exportação do estado em 2023, com 190,2 milhões de dólares (Figura 32).

**Figura 32.** Exportações de Roraima em 2022 e 2023 em milhões de US\$.



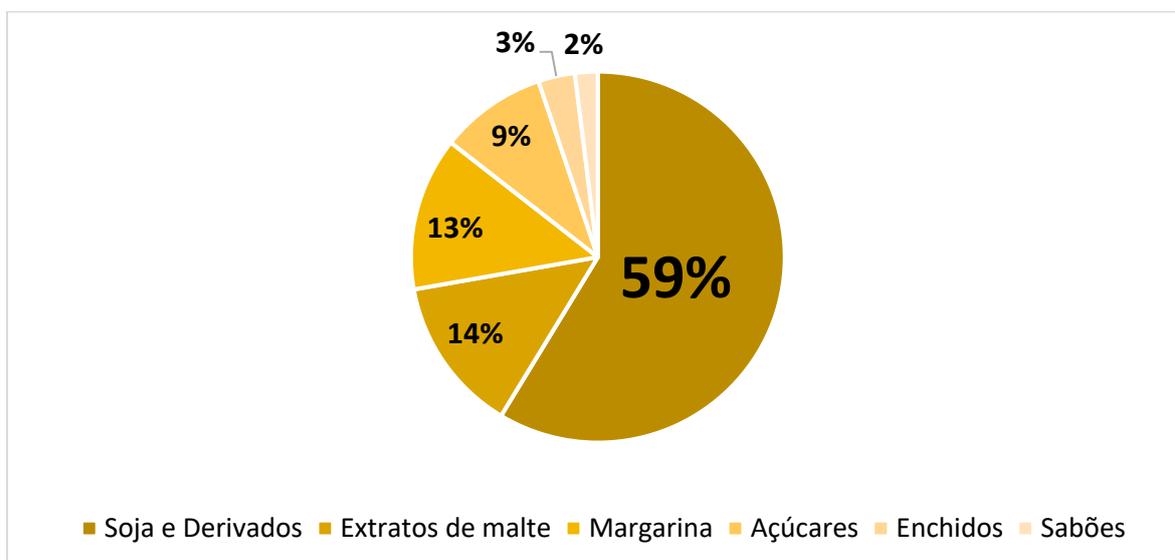
**Fonte:** Comex Stat (2023). **Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024)

Em 2022, a soja e seus derivados desempenharam um papel importantíssimo nas exportações de Roraima, contribuindo substancialmente para o cenário econômico do estado. No contexto mais amplo das exportações, que totalizaram 425,9 milhões de dólares, a soja e seus derivados representaram uma parcela de 149,8 milhões de dólares, correspondendo a 35,17% do valor total exportado. As

exportações da soja in natura totalizaram 124,2 milhões de dólares, enquanto os produtos derivados, incluindo óleo e farelo, contribuíram com 25,6 milhões de dólares para esse montante.

Em 2023, a soja e seus derivados continuam como protagonistas na pauta de exportações de Roraima, sendo o principal produto exportado, representando expressivos 51,59% do total exportado pelo estado. Essa cifra destaca a crescente importância econômica da cultura da soja na região. Ao observar especificamente os dados relacionados à soja, os derivados desempenharam um número notável, totalizando 66,1 milhões de dólares em exportações, enquanto a soja in natura atingiu a marca de 124,1 milhões de dólares. Esses números refletem a robustez da produção de soja em Roraima, além da relevância dos produtos derivados, como óleo e farelo, no comércio internacional, consolidando o grão como produto principal da economia do estado (Figura 33).

**Figura 33.** Principais produtos exportados em 2023.

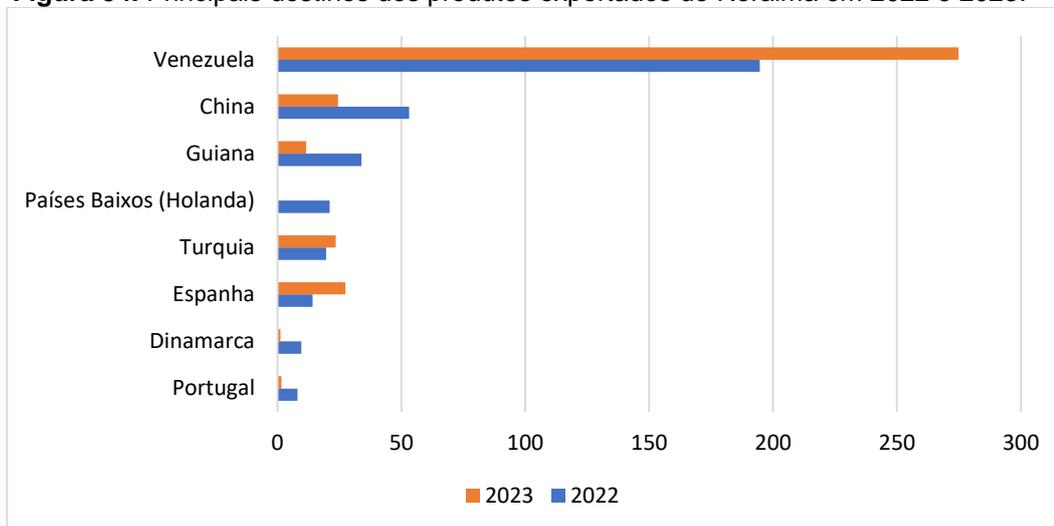


**Fonte:** Comex Stat (2023). **Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024)

Ao analisar os principais parceiros comerciais de Roraima no ano de 2023 (Figura 34), os dados da Comex Stat (2023) revelaram uma notável diversidade de parceiros comerciais, destacando-se pela expressiva contribuição da Venezuela, que liderou com um valor de 274,9 milhões de dólares. Em segundo lugar, a Espanha também desempenhou um papel importante, registrando exportações no valor de 27,5 milhões de dólares. Outros parceiros comerciais relevantes foram China (24,5 milhões), Turquia (23,6 milhões), Guiana (11,6 milhões), Portugal (1,6 milhão),

Dinamarca (1,2 milhão) e Países Baixos (Holanda) com uma participação de 0,2 milhão de dólares.

**Figura 34.** Principais destinos dos produtos exportados de Roraima em 2022 e 2023.



**Fonte:** Comex Stat (2023). **Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024)

A expansão da frente pioneira em Roraima possui o padrão clássico de ocupação e dinamização urbana, onde as condições naturais (solo, clima e disponibilidade de recursos hídricos), morfologia dos terrenos e incentivos fiscais facilitam a inserção da soja no estado.

No início dos anos 2000, os produtores em Roraima enfrentavam diversas dificuldades, incluindo condições meteorológicas imprevisíveis, como secas e alagamentos, além da escassez de sementes não adaptadas, e limitações na capacidade de armazenamento e infraestrutura. Para superar esses desafios, o governo estadual em Roraima investiu em isenções fiscais, subsídios para a aquisição de maquinário, melhorias nas estradas e avanços na pesquisa agrônômica.

Lima (2020) aponta que o diferencial de Roraima são as terras baratas comparadas por produtores de outras regiões já consolidadas, possui localização privilegiada face a instalação do corredor principal do Arco Norte da soja (Hidrovia do Madeira/Amazonas) e o período da safra diferenciada do Centro-Oeste, que assegura aos produtores rurais preços superiores no mercado internacional.

A produção é escoada pela BR-174 até o porto de Itacoatiara, no Amazonas, possibilitando o acesso ao mercado internacional através do Rio Amazonas. Apenas 15% da soja é processada localmente, uma baixa proporção que se deve às lógicas de mercado, que priorizam a exportação da soja *in natura* (Eloy, Senra e Silva, 2023).

A safra diferenciada da soja no território brasileiro permite a criação de rotas de colheita de acordo com a latitude do município produtor. Através da agricultura especializada e altamente modernizada, verifica-se que há empresas inseridas no circuito superior focadas na colheita e distribuição do grão que realizam rotas de colheita desde o Centro Oeste até o estado de Roraima.

A empresa Holdi Leske Transportes e Colheitas inicia a temporada de colheita no mês de janeiro no Centro Oeste, na cidade de Sinop no estado do Mato Grosso, posteriormente, desloca-se às máquinas para Tocantins e Bahia, entre os meses de março e abril. Em seguida, as máquinas da empresa são enviadas para os estados do Piauí e Maranhão. Por último, encerra-se a colheita da soja no Brasil em Roraima, no mês de novembro.

As condições edafoclimáticas, macroeconômicas e a localização privilegiada do estado de Roraima permitiram a inclusão e a (re)organização de Roraima aos circuitos globais de comercialização e aos círculos de cooperação com o objetivo de atender aos interesses das estratégias de acumulação global sob o signo do neoliberalismo (Lima, Silva e Nogueira, 2019).

Para compreender a expansão da soja em Roraima é necessário abordar duas vertentes no pensamento geográfico brasileiro a respeito das transformações na Amazônia. A primeira desenvolve análises das dinâmicas territoriais à luz do conceito de *Frente Pioneira*, esta vertente tem como autor principal Pierre Monbeig (1984). Os estudos da segunda vertente, com a primazia de Becker (1982) e Becker, Miranda e Machado (1990), utilizam o conceito de *Fronteira* ou *Fronteira Agrícola* como chave para explicar as mudanças espaciais com enfoque no papel do Estado como agente planejador da ocupação, produção e organização do espaço amazônico.

O advento do conceito de frente pioneira aparece nas pesquisas dos geógrafos brasileiros a respeito da expansão espacial da atividade econômica em terras ainda pouco aproveitadas. A análise é centrada na formação do território, observando os processos sociais que movimentam a expansão, alguns destaques são observados nas formas de trabalho, na relação homem e natureza e as alterações da paisagem como elemento marcante de leitura do espaço humano em transformação (Costa Silva, 2015).

Monbeig (1984) compreende o processo de alargamento da fronteira de ocupação como frente pioneira, com a característica de construção de uma sociabilidade capitalista que gesta novas formas e usos na fronteira. É importante ressaltar que o autor prioriza a ocupação capitalista em detrimento de formas mais associadas aos povos e comunidades tradicionais, que, tipicamente, apresentam uma relação menos predatória com o meio natural.

A expansão da frente pioneira na Amazônia acompanha grandes eixos construídos, devido à concentração dos projetos de colonização (Oliveira Neto, 2018). Um grande eixo presente na área de estudo, é a rodovia federal BR-174, este eixo que possui o objetivo central de estabelecer fluxos entre os estados de Roraima e Amazonas, além da conexão internacional com a Venezuela.

Segundo Costa Silva (2015), a frente pioneira configura o movimento contínuo da expansão territorial que o capitalismo opera nas escalas nacionais, a transformação da terra em mercadoria e a divisão desta para os ex-colonos expropriados, através dos mecanismos de aquisição e distribuição de terras. Sendo assim, têm-se a inserção das relações capitalistas vinculadas à construção social da mercadoria e uma forma de produção e organização do espaço geográfico.

Enquanto a outra vertente, vinculada ao conceito de fronteira (agrícola), centra-se nas pesquisas dos movimentos da fronteira articulada sob os níveis escalares dos processos sociais, econômicos e territoriais que ocorrem na Amazônia. A geografia que se configura na Amazônia torna-se um fator determinante para definição e implementação de políticas de desenvolvimento adequadas às diferentes escalas espaciais (Becker, 2006). Visto que eleva o protagonismo do Estado no conjunto de modificações geográficas que se revelam na região no contexto das escalas local, regional, nacional e internacional.

A fronteira assume a dimensão de recursos sociais, logo, de capital, a sua existência geográfica origina-se da descoberta de recursos naturais importantes e o comprometimento do Estado e de firmas privadas para explorar as oportunidades que elas apresentam (Becker, 1982).

Para Costa Silva (2015), com o apoio do Estado planejador, a ocupação territorial é movida pelas expectativas de novas oportunidades econômicas, o que

ocorre a partir da inserção de atividades produtivas capitalistas. A fronteira é vista como um espaço ainda não plenamente estruturado, gerador de novas realidades e dotada de elevado potencial político. Um dado primordial da fronteira é a sua virtualidade histórica<sup>9</sup> (Becker, 2006).

A fronteira tem a sua funcionalidade geográfica na expansão, reprodução e territorialização do capital, incorporando novas terras ao processo produtivo da economia regional, que comumente está articulada com uma economia global (Costa Silva, 2015; Lima *et al*, 2019). A cooperação entre Estado e capital é uma estratégia acentuada na ocupação da fronteira em Roraima, visto que a chegada da soja na área de estudo foi incentivada pelo Governo Estadual através do Plano de Metas de 1997/1998, a produção foi implementada por meio do Polo de Produção de Grãos no centro-norte do estado, contudo, o cultivo não vigorou e praticamente se tornou inexistente (Lima, 2020).

Segundo Lima (2020), o cenário se modificou com o “boom da soja” na década de 2000, provocada pelo aumento crescente do consumo de proteína animal internacionalmente, em particular pela União Europeia e China. O Governo do estado de Roraima instituiu um novo projeto para soja no ano de 2015, após o fracasso do Plano de Metas do final da década de 1990. O programa “Soja Familiar” é destinado a agricultores familiares beneficiários da Reforma Agrária. Na primeira fase do Programa, lançado em março de 2015, o governo incentivou a produção do cultivo da soja para cerca de 20 agricultores do Projeto de Assentamento Nova Amazônia, um dos 69 assentamentos implantados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária no estado de Roraima.

O retorno do cultivo na área de estudo possui algumas peculiaridades, sendo a principal, a introdução do cultivo com padrões altamente mecanizados, tecnificados e produtores experientes e capitalizados que independem do aporte governamental para realizar investimentos produtivos, criando novos arranjos territoriais que atendem as demandas do capital e da agricultura globalizada (Lima, 2020).

---

<sup>9</sup> Por virtualidade histórica, entende-se que a fronteira está aberta aos processos e projetos em disputas. É um campo de forças, espaço onde os projetos políticos dos diversos agentes territoriais podem ou não se territorializar. Essa virtualidade torna a Amazônia uma região estratégica para o Estado, na sua estrutura e controle para integrar o espaço global (BECKER, 2006).

Eloy *et al.* (2023), traçam uma periodização da produção de soja em Roraima, é possível identificar três tipos de produtores de soja em Roraima, os pioneiros, os convertidos (antigos pecuaristas e arroteiros) e os produtores capitalizados, exemplificados no Quadro 7.

**Quadro 7.** Periodização da soja em Roraima.

Ano	Fase	Tipo de Ocupação
1990s-2000s	"Pioneiros" no cultivo da soja, principalmente de origem gaúcha	Fizeram experimentos em assentamentos nos anos 1990 e 2000
2000	Início do cultivo de soja em Roraima	Produção mais organizada, áreas próprias para soja.
2008-2012	Queda de produção	
2012	Consolidação Fiscal	Investimentos da <i>trader</i> Amaggi e empresas intermediárias, seguidos por bancos (Banco da Amazônia, Banco do Brasil)
Após 2010	Investidores recentes, principalmente produtores capitalizados do Mato Grosso	Procuram expandir a sua produção "desdobrando" o empreendimento familiar em dois locais (MT e RR)
2018	Cerca de 60 produtores plantavam soja em Roraima	Plantações no lavrado de Roraima.
Atual	Diversificação da produção em áreas florestais pouco desmatadas, possibilitando a expansão da soja no futuro	A maioria possui outras fazendas localizadas em áreas florestais pouco desmatadas (fazendas de gado), permitindo diversificar a produção e criar as condições para a expansão da soja no futuro.

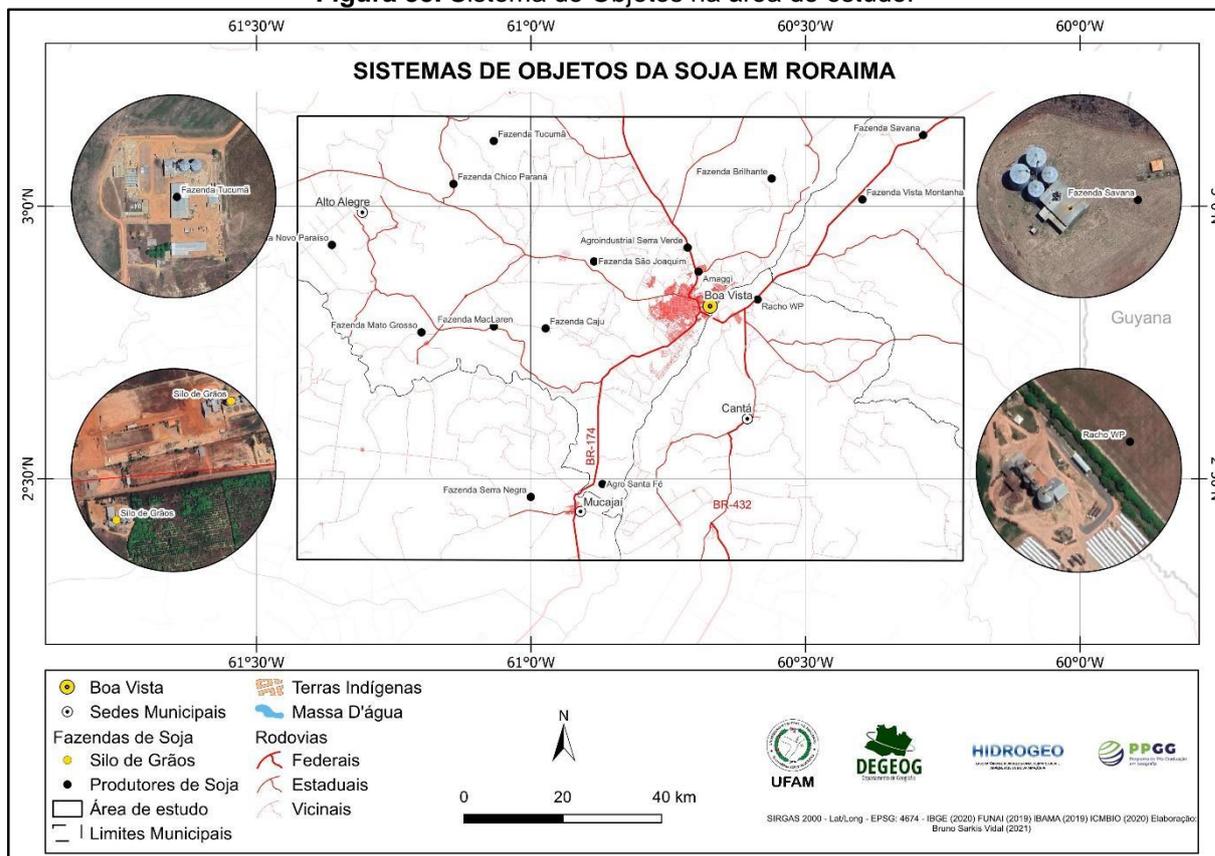
Fonte: Eloy *et al.* (2023)

A frente pioneira possui padrões e ritmos distintos de desmatamento e de desenvolvimento. Barros (1995) identificou que na década de 1990, a frente ativa localizava-se no Sudeste do estado, através da frente pioneira induzida pelo Estado devido aos projetos de colonização em Rorainópolis, nas margens da rodovia Perimetral Norte. Atualmente, a dinâmica é observada na porção central do estado, no corredor que não está sob áreas protegidas. Principalmente, nos municípios de Boa Vista, Alto Alegre, Mucajaí e Bonfim.

Aplica-se o conceito de "sistema de objeto" de Milton Santos (1994) para fundamentar a expansão da produção de soja em Roraima (Figura 35). Neste contexto, as áreas cultivadas com soja são consideradas objetos materiais que

modificam o ambiente, refletindo alterações nas práticas agrícolas. Associada à abertura e pavimentação de rodovias, essa expansão é representada por objetos físicos que conectam diferentes regiões, influenciando a acessibilidade e conectividade.

**Figura 35.** Sistema de Objetos na área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Os silos de armazenagem de grãos funcionam como objetos práticos que simbolizam a modernização da agricultura e a necessidade de uma gestão eficiente da produção (Figura 36). Esses elementos compõem um sistema complexo de objetos que interagem dinamicamente, evidenciando como a ação humana molda e é moldada pelos objetos no espaço geográfico, destacando as implicações socioeconômicas e ambientais dessa expansão agroindustrial.

**Figura 36.** Silo de armazenagem de grãos, região de Bonfim em Roraima.



**Fotografia:** Bruno Sarkis Vidal (21/04/2023)

Segundo Conceição (2023), os usos da terra/território pelas comunidades rurais e pelo agronegócio são opostos, pois o processo de acumulação desloca-se da produção capitalista para a circulação do capital. Isso reflete na produção de soja, impulsionada pela logística e pelos sistemas de fluxos mercantis, que caracterizam a ação hegemônica do capital. Esse movimento, por sua vez, leva à mercantilização da natureza e do trabalho das comunidades rurais.

Observa-se que as rodovias são indutoras do avanço da frente pioneira de grãos em Roraima, nota-se três principais eixos de expansão com a presença de fixos no território. O primeiro localiza-se nas margens da BR-401 (Boa Vista-Lethem), com fazendas equipadas com grandes silos para armazenamento dos grãos. O segundo é constituído através da BR-174, nas proximidades da capital Boa Vista, onde está localizada a Serra Verde, empresa de agroindústria com alta capacidade de processamento, focada na extração de óleo de soja e produção do farelo de soja para exportação nacional e internacional, através do corredor do Caribe. O terceiro eixo é

localizado nas rodovias estaduais RR-205, RR-342 e RR-343, onde o plantio de grãos se consolidou no município de Alto Alegre.

A expansão da frente pioneira no estado incorporou, além dos médios e grandes produtores rurais capitalizados, os agricultores familiares aos circuitos globais financeiros, informacionais e mercantis. Na sua maioria, os proprietários das fazendas produtoras de grãos em Roraima são oriundos do Centro Oeste e Sul do Brasil. A exemplo da família Wolbert, originária do Paraná, proprietária do Grupo W3 Trading que administra a Fazenda Savana, que cultiva soja, milho, além da pecuária extensiva na BR-401 no município de Bonfim (Figura 37).

**Figura 37.** Fazenda Savana, região de Bonfim em Roraima.



**Fonte:** Grupo W3

O quadro 8 abaixo reúne as 20 principais empresas relacionadas a soja em Roraima, com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAES) para cultivo de soja e atividades de colheita, com as sedes administrativas concentradas nos municípios de Alto Alegre, Boa Vista, Bonfim e Caracaraí. Destas, 12 possuem como sócios principais indivíduos que mantêm outras empresas fora do estado, em regiões como Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Bahia e Espírito Santo. Esse dado reforça o caráter exógeno do capital investido na produção de grãos em Roraima, confirmando que grande parte dos produtores não é local, mas vem de regiões historicamente associadas à expansão agrícola no Brasil.

**Quadro 8.** Principais empresas produtoras de soja em Roraima.

Identificação	Sócio Principal	Cidade e Estado de outras empresas do sócio principal	CNPJ	Nome da Empresa	Município	Atividade
1	Clarice Roman	Cascavel, PR	07.816.678/0001-96	Boa Vista Agro avícola	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
2	Jay Dee Edwards	Boa Vista, RR	06.922.004/0001-03	Terravista LTDA	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
3	Jaime Alfredo Binsfeld	Lucas Do Rio Verde, MT	50.266.185/0001-59	Granterra Agrícola	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
4	Georges Frederic Reymann	Alto Alegre, RR	19.522.154/0001-71	Agrícola Vista Alegre LTDA	Alto Alegre, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
5	Walter Bezerra da Silva	Bonfim, RR	55.903.613/0001-20	Engepagro Engenharia E Planejamento Agropecuário LTDA	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
6	Newton Dorneles Saratt	Boa Vista, RR	22.887.129/0001-04	Agropecuária Pau Rainha LTDA	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
7	Alan Costa da Silva	Manaus, AM	15.704.130/0001-82	Pioneira Agropecuária	Alto Alegre, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
8	Alan Costa da Silva	Manaus, AM	05.641.071/0001-97	Grão Norte Agro	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
9	Henrique Eduardo Aliprandini	Vacaria, RS	50.830.283/0001-77	7 Estrelas Agronegocios LTDA	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
10	Ubiratan Pedro Bernades	Boa Vista, RR	33.574.619/0001-69	Bernardes Participações	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
11	Edson Trento	Pato Branco, PR	48.372.701/0001-88	Fazenda Maravilha Vii	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
12	Deonir Luiz Sganzerla	Pato Branco, PR	48.237.012/0001-60	Agropecuária Araruna LTDA	Alto Alegre, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
13	Victor Henrique Medeiros Lima	Bonfim, RR	36.757.393/0001-20	MI Agronegócio E Locação	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
14	Carlos Alberto Giuberti	Vitória, ES	51.446.543/0001-78	Agrofood	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
15	Paulo Wires Alves do Nascimento	Boa Vista, RR	51.339.730/0001-52	Agrocienes Armazens	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
16	Clécio Verenka	Pitanga, PR	47.418.871/0001-93	Grupo Verenka Produção Rural	Caracarai, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
17	André de Araújo Silva	Luís Eduardo Magalhães, BA	49.742.402/0001-50	Fazendas Roraima	Bonfim, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
18	Ana Raquel Marques Dantas	Boa Vista, RR	49.235.998/0001-00	Morada Dos Santos	Boa Vista, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
19	Dulce Regina Franciosi	Alto Alegre, RR	47.256.270/0001-21	Dulce Regina Franciosi Cia LTDA	Alto Alegre, RR	A-0115-6/00 - Cultivo de soja
20	Edgard Geog Szabo	Guarapuava, PR	44.384.746/0001-11	Agropecuária Santa Fe LTDA	Boa Vista, RR	A-0163-6/00 - Atividades de pós-colheita

A participação desses empresários oriundos de outras partes do país ilustra a conexão direta entre a fronteira agrícola de Roraima e os circuitos econômicos do Sul e Centro-Oeste, ampliando a inserção do estado no mercado global de commodities agrícolas. Além disso, a presença desses atores reforça a lógica de apropriação de terras e intensificação de práticas agrícolas, como a monocultura da soja, que estão ligadas a um modelo de desenvolvimento focado na expansão de grandes empreendimentos agropecuários.

O cultivo da soja transformou e vem transformando o estado de Roraima em mais uma frente de expansão do agronegócio da soja na Amazônia brasileira. Lima, Silva e Nogueira (2019) apontam que ainda que os dados de produção sejam modestos, os números indicam para a incontestável e acelerada expansão geográfica desta frente, considerando as condições edafoclimáticas parecidas com o Cerrado Brasileiro, onde a soja teve uma boa adaptação após melhorias na genética do grão, ao perfil e capacidade de transformação empreendida pelos atores sociais envolvidos no cenário macroeconômico nacional alinhado às demandas internacionais da *commodity*.

A produção da soja na área de estudo precisa de mecanismos específicos de controle e uso do território, como a observação de componentes ambientais. As empresas produtoras se esforçam para que as áreas cultivadas da *commodity* possuam certificação e indicação geográfica, fatores necessários para tornar a soja competitiva no mercado mundial com o discurso de produção sustentável e governança ambiental globalizada (Lima *et al*, 2019). Contudo, esse discurso não elimina o conflito e a pressão dos atores e agentes hegemônicos por mudanças na legislação ambiental e fundiária, o que pode afetar diretamente o ordenamento territorial da região.

É necessário conceber a fronteira como espaço de conflito (Martins, 1997), onde as temporalidades, o limite entre o capital que tudo tende a transformar em mercadoria, e a vivência dos povos tradicionais e originários, camponeses amazônicos que experienciam o ambiente e os territórios como condição indissociável de sua história (Costa Silva, 2015; Costa Silva, 2020).

Os processos e dinâmicas que estão em curso com o avanço desta nova fronteira da soja em Roraima tem gerado conflitos ambientais, proveniente da concentração fundiária e vulnerabilidades ambientais. As transformações ambientais são materializadas na mudança do uso e cobertura das terras, onde o aumento a conversão de formações naturais perante a apropriação privada e corporativa para a expansão dos cultivos de grãos, geram pressões ambientais negativas nas áreas protegidas pelo processo de apropriação da natureza.

### **2.3 Mosaicos territoriais: o papel do Estado no ordenamento territorial e macrozoneamento de Roraima**

A escolha e ocupação do território, o uso da terra e sua moldagem, encontram-se permeadas de interesses e relações. Nesse sentido, realizar a gestão territorial envolve a capacidade de administrar conflitos, garantindo que o uso do espaço produza benefícios e reduza os conflitos pela terra.

De acordo com Pereira (2019), a ideia de organização do espaço, quando guiada por uma epistemologia que o entende como um plano de ação e um conteúdo que necessita de ordem ou planejamento pragmático, muitas vezes resulta em ações que impedem conquistas sociais. Isso ocorre porque a ordem ou o ordenamento é sempre definido por aqueles que estão no comando, mesmo que esses cargos sejam frequentemente determinados por políticas supostamente democráticas.

A gestão do território em Roraima, especialmente visível na expansão da soja, exemplifica a criação de diferenciações de áreas para sustentar a acumulação capitalista e a reprodução dos grupos sociais. Conforme Azevedo Júnior e Silva (2011), o conceito de gestão está intimamente relacionado ao jogo de forças entre interesses específicos no direcionamento e estruturação de um determinado espaço ou território.

Este processo resulta em condições de produção e reprodução espacialmente distintas, onde grandes áreas são convertidas para o cultivo de soja, beneficiando grandes proprietários e investidores, ao mesmo tempo em que deslocam e redefinem as dinâmicas sociais e econômicas locais. Assim, a expansão da soja em Roraima impulsiona a economia local através da agricultura intensiva, evidenciando como o ordenamento territorial é instrumentalizado para perpetuar e ampliar as relações de

poder e a acumulação de capital, enquanto se procura manter as estruturas sociais preexistentes.

Corrêa (1987) complementa essa perspectiva ao afirmar que o planejamento territorial, a forma mais acabada de se tentar fazer a gestão do território, não passa de uma ideologia na medida em que contém um discurso de equidade, equilíbrio e harmonia espacial. Em outras palavras, o planejamento territorial frequentemente apresenta-se como uma tentativa de criar um uso do espaço que beneficie a todos de maneira justa e equilibrada. No entanto, na prática, ele tende a refletir e perpetuar os interesses dos grupos mais poderosos, resultando em um ordenamento que mantém ou intensifica as desigualdades sociais e econômicas.

A expansão da soja em Roraima ilustra como essas dinâmicas operam, mostrando que, apesar do discurso de harmonização e desenvolvimento equilibrado, os benefícios são desigualmente distribuídos, favorecendo principalmente grandes investidores e latifundiários, enquanto marginalizam pequenos agricultores e comunidades tradicionais.

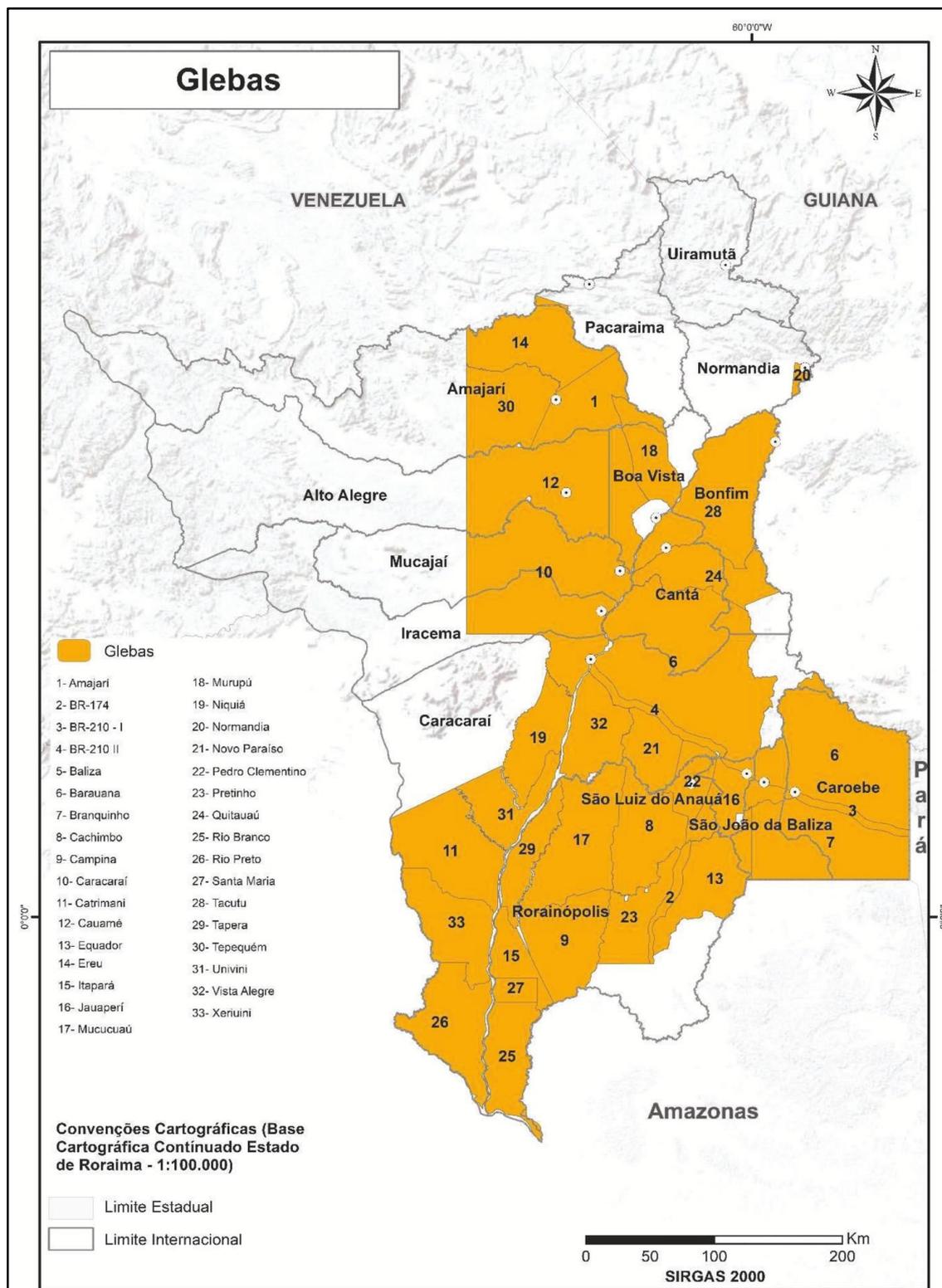
Até 2018 uma das principais limitações para a expansão da soja era a regularização fundiária, além dos custos de transporte da produção relacionados ao isolamento da região. No entanto, o governo estadual a partir de 2018 realizou manobras políticas para contornar as limitações fundiárias.

O estado de Roraima apresenta características que remontam ao seu processo de criação, originado a partir do Território Federal do Rio Branco. Roraima foi estabelecida como estado em 1988, com a promulgação da Constituição Federal, mas só foi instalado em 1990, inicialmente compreendendo oito municípios. Os demais municípios foram criados nos anos seguintes, no entanto, a transferência das terras da União para Roraima só ocorreu em 2001, através da Lei nº 10.304/2001 (Brasil, 2001).

O estado de Roraima é subdividido em 33 glebas (Figura 38), que até 2009 eram terras da União, e onde a titulação de terras dependia do Governo Federal. Como parte das negociações que envolveram a homologação da Terra Indígena Raposa Serra do Sol, a União iniciou um processo de transferência das terras para o

estado de Roraima, conforme estabelecido pelo Decreto 6754/2009, Medida Provisória 454/2009 e Lei 1149/2009.

**Figura 38.** Glebas do estado de Roraima.



Fonte: Garcia, Pinto e Brasil (2024),

O programa "Roraima Legal" delegou ao Iteraima (Instituto de Terras de Roraima) a responsabilidade de titular os imóveis rurais nessas áreas transferidas, permitindo a titulação de áreas de até 2.500 hectares sem a necessidade de aprovação pela assembleia legislativa. Paralelamente, o governo estadual flexibilizou as normas de licenciamento ambiental dos estabelecimentos agropecuários. A Lei Complementar 153/2009 anistiou desmatadores e reduziu as Áreas de Preservação Permanente, enquanto o Programa "Roraima Sustentável" (Lei Complementar 149/2009) simplificou a regularização ambiental dos imóveis rurais, estabelecendo a Licença Ambiental Única (LAU) com validade de dez anos (Eloy *et al.*, 2023).

Antes mesmo do repasse das terras, diversas áreas já tinham destinações legais definidas, como terras indígenas, unidades de conservação, assentamentos e áreas militares. No entanto, a concretização desse processo de transferência foi lenta. Até 2014 apenas 8 glebas foram oficialmente repassadas do Governo Federal para o Governo Estadual. Os problemas judiciais envolvendo essas glebas de Roraima retardaram ainda mais o processo de regularização fundiária iniciada pelo estado, que só foi concluído em 2021, trinta e três anos após a transformação do território em estado.

Segundo Garcia, Pinto e Brasil (2024), isso gerou um cenário propício para a ocupação ilegal de terras, aumentando os conflitos pelo uso da terra e outros problemas como a especulação imobiliária. Onde a falta de um sistema eficaz de monitoramento e controle do uso da terra contribuiu para a intensificação desses problemas.

Através de medidas do governo estadual de Roraima em 2019, foi aprovada a Lei 1.351/2019, conhecida como "lei de terras", ampliando as possibilidades de aquisição de terras por parte dos produtores, permitindo a compra de até 2,5 mil hectares em diferentes municípios, anteriormente limitada a 1,5 mil hectares.

Para Eloy *et al.* (2023), essa legislação também flexibilizou os requisitos para comprovação da posse e ofereceu descontos de até 85% para áreas públicas invadidas e desmatadas. Estas medidas impulsionaram a valorização das fazendas, especialmente ao longo da rodovia 174, onde se expande a frente pioneira da soja.

No mesmo período, o governo promoveu mudanças na política ambiental estadual, visando reduzir a Reserva Legal (RL) de 80% para 50%. Isso foi realizado por meio da Lei 1.704/2022, que recategorizou a Área de Proteção Ambiental do Baixo Rio Branco em Parque Estadual e Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Essa manobra garantiu que o estado tenha, no mínimo, 65% de sua superfície em Unidades de Conservação e em Terras Indígenas.

Além disso, o Estado aprovou o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) em agosto de 2022 (Lei Complementar 323/2022), a última condição legal que faltava para diminuir a Reserva Legal nas propriedades privadas das áreas florestais do estado. Estas reformas representam um aumento potencial de 1,6 milhão de hectares de formação natural suscetíveis ao desmatamento (i)legal em Roraima.

Roraima corresponde a áreas recém-incorporadas aos circuitos de produção e aos fluxos de comercialização da cadeia da soja localizada no extremo norte da Amazônia brasileira, denominada fronteira setentrional (Lima, 2020). Nessa seara, a Geografia possui temas voltados às práticas espaciais definidas como antecipação e seletividade. Segundo Corrêa (2017) sobre a antecipação espacial:

“Constitui uma prática que pode ser definida pela localização de uma atividade em um dado local antes que condições favoráveis tenham sido satisfeitas. Trata-se da antecipação à criação de uma oferta significativa de materiais-primas ou de um mercado consumidor de dimensão igual ou superior ao limiar considerado satisfatório para a implantação da atividade (Corrêa, 2017, p. 39)”.

Conforme os dados previamente captados, há uma condição geomorfológica e fiscal que impulsiona à implementação do cultivo de soja em Roraima. Obviamente, as condições geomorfológicas compõem uma condição de mecanização do campo, que o capital especulativo irá provocar a antecipação voltada à prática agrícola e diagnosticar o ambiente para uma possível ocupação predatória dos agentes modeladores do espaço.

Esse processo espacial, antecipação, faz com que o polo produtor trabalhe no sentido de compra e regularização fundiária a fim de estabelecer condições materiais para reprodução do capital por meio de monopolização e/ou territorialização, arrendamento para pequenos e médios produtores e/ou lavouras controladas pelas grandes corporações de grãos que controlam todas as etapas da cadeia produtiva (Oliveira, 2016).

No entanto, substituir a formação natural do lavrado, um ecossistema típico de campos abertos em Roraima, por monoculturas de soja apresenta impactos ambientais e fragilidades para sustentabilidade da produção agrícola a médio e longo prazo. O lavrado, apesar de parecer uma paisagem de vegetação baixa e simplificada, é um ecossistema complexo e adaptado às condições locais, com biodiversidade e funções ecológicas essenciais, como a regulação climática, o ciclo hidrológico e a manutenção da fertilidade do solo (Morais e Carvalho, 2015).

As fronteiras agrícolas na Amazônia utilizam a urbanização como instrumento de centralidade, para além desse conceito entende-se esse processo como uma fronteira urbana (Becker, 2015). Os centros urbanos criam fixos que potencializam as transformações no espaço, neste sentido a capital Boa Vista marca a centralidade no ponto de vista da expansão em direção a outras cidades. O cultivo ao longo dos últimos anos avançou para municípios de Alto Alegre, Bonfim e Cantá, ocupando a Depressão de Boa Vista.

O estado enquanto instituição condicionante do espaço normado, estabelece regras de ocupação por meio da norma sob o território. A norma não exaure na dimensão imaterial, num circuito abstrato, mas se concretiza numa materialidade espacial das relações ambientais, econômicas e sociais.

As formas que o estado possibilita essa relação Capital/Estado dar-se-á por meio do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) de Roraima, este significa um instrumento de planejamento e gestão de áreas de jurisdição do poder público e privado. A desfederalização do Território do Rio Branco e a ascensão do Estado de Roraima impulsionam a cadeia produtiva local com o apoio dos órgãos estaduais em financiar lavouras de grandes extensões. Nesse sentido, o ZEE apresenta áreas militares, indígenas, de conservação estaduais e federais e remanescentes, com o intuito de auxiliar o capital produtivo no processo expansivo dos cultivos de soja e a garantia legal da ocupação predatória.

Precedente da prática espacial da antecipação, há a seletividade que dispõe sobre:

No processo de organização do seu espaço o Homem age seletivamente. Decide sobre um determinado lugar segundo este apresenta atributos julgadores de interesse de acordo com os diversos projetos estabelecidos. A fertilidade do solo, um sítio defensivo, a proximidade da matéria-prima, o acesso ao mercado consumidor ou a presença de um porto, de uma força de trabalho não qualificada e sindicalmente pouco ativa, são alguns dos atributos que podem levar a localizações seletivas (Corrêa, 2017, p. 36).”

A seletividade compõe como processo espacial no momento que a dinâmica de ocupação de uma atividade econômica específica atende critérios geográficos, neste caso, critérios geomorfológicos. O relevo relativamente plano é um precursor do aumento da produtividade agrícola para esse tipo de cultura. Ambos processos propiciam a rentabilidade da região produtora.

A junção das condições humanas (legislação) e naturais (relevo) formam a condições de produção agrícola e redefinições no padrão das redes de escoamento dessa commodity para o mercado europeu, médio oriental e chinês. O modo de produção estabelece antecipadamente a conformação espacial na qual ele pretende operar e apropria dinamicamente um espaço preexistente, modelando-o conforme seus interesses (Bernardes e Ferreira, 2005).

## **CAPÍTULO 3. MUDANÇAS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM RORAIMA**

O estado de Roraima tem experimentado transformações ambientais, impulsionadas principalmente pelo avanço da frente pioneira e pela intensificação das atividades de uso e cobertura da terra. A conversão de áreas de formação natural para monoculturas, como a soja, e o avanço do desmatamento modificam o ambiente e aumentam a sua vulnerabilidade ambiental. Essa vulnerabilidade é expressa pela susceptibilidade dos ambientes a impactos negativos, como processos erosivos, contaminação de corpos hídricos, perda de biodiversidade e degradação dos solos.

### **3.1 Dinâmicas do uso e cobertura da terra**

Nas últimas décadas, frentes pioneiras figuradas pelas lavouras de soja avançaram territorialmente na Amazônia Setentrional para suprir demanda internacional de mercado de grãos. A partir das condições geomorfológicas para tal prática, cria-se a partir disto “espaços produtivos” que ditam a lógica da organização das redes geográficas no território e a dinâmica do capital na região do extremo norte.

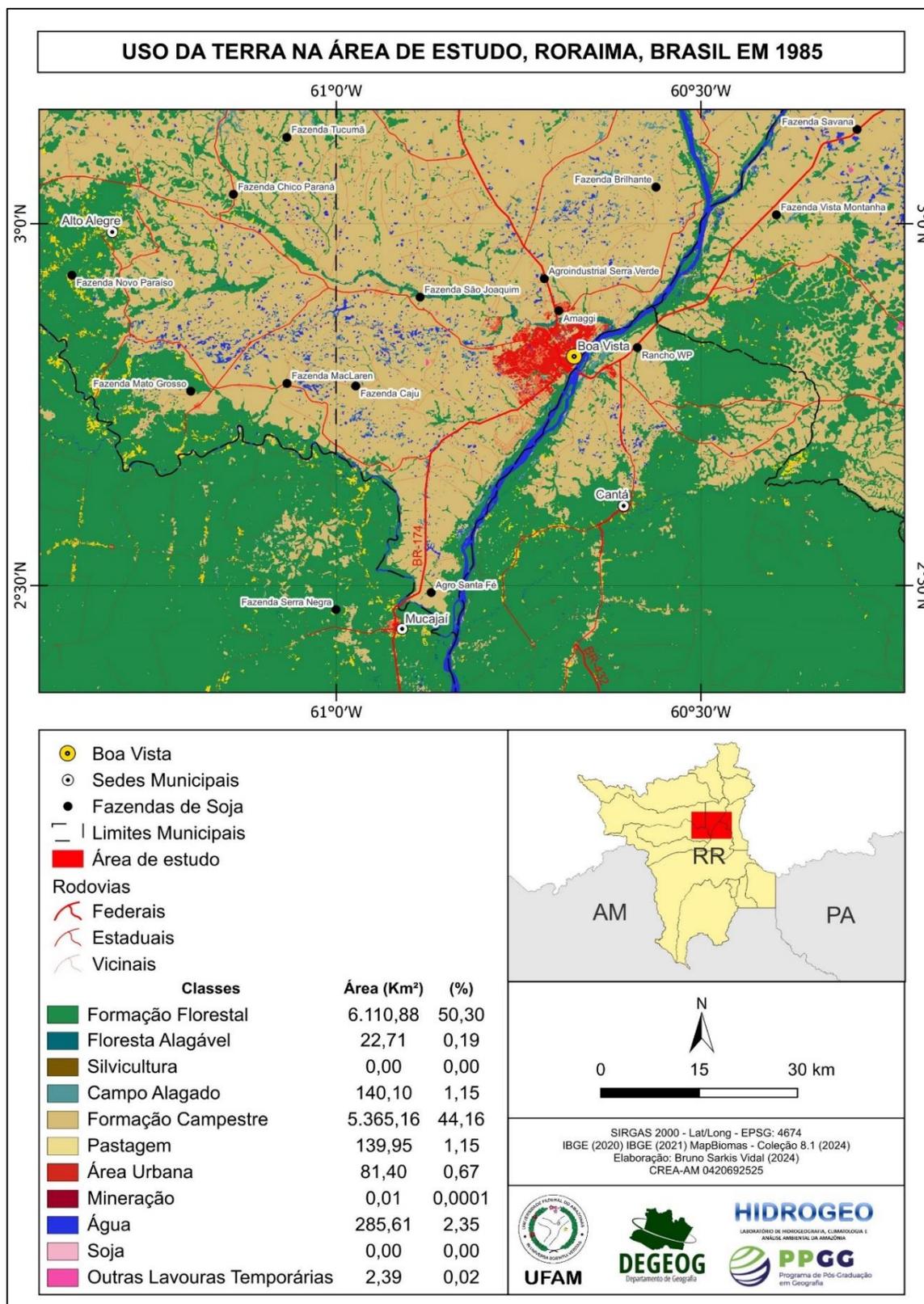
O cultivo de soja em Roraima ocorre predominantemente no lavrado Roraimense, neste sistema de cultivo variam entre os tipos empresariais-familiares e empresariais de pequeno e médio porte. De acordo com Lima (2019), as atividades dos sojicultores no estado representam um marco significativo na transformação do ambiente do lavrado, resultando em uma descaracterização da fitofisionomia original. Esse processo destaca um modelo de desenvolvimento que, do ponto de vista ambiental e social, é insustentável.

Segundo Silva Neto (2013), o principal problema ao se analisar o uso e cobertura da terra são as áreas de incompatibilidade do uso, isto é, aquelas que são utilizadas de forma inadequada, onde não são respeitadas as limitações físico-naturais de ambientes vulneráveis.

Ao analisarmos o mapa de uso e cobertura da terra de 1985 (Figura 39), identificamos que 95,80% da área de estudo era composta por formações naturais, neste caso, a formação florestal representava 50,30%, com cerca de 6.110,88 km<sup>2</sup> de área, enquanto o lavrado, para o projeto MapBiomias denominado como formação

campestre, detinha 44,16% ou 5.365,16 km<sup>2</sup>. Além das classes de floresta alagável e campo alagado, com 0,19% e 1,15% respectivamente.

Figura 39. Uso e cobertura da terra na área de estudo em 1985.

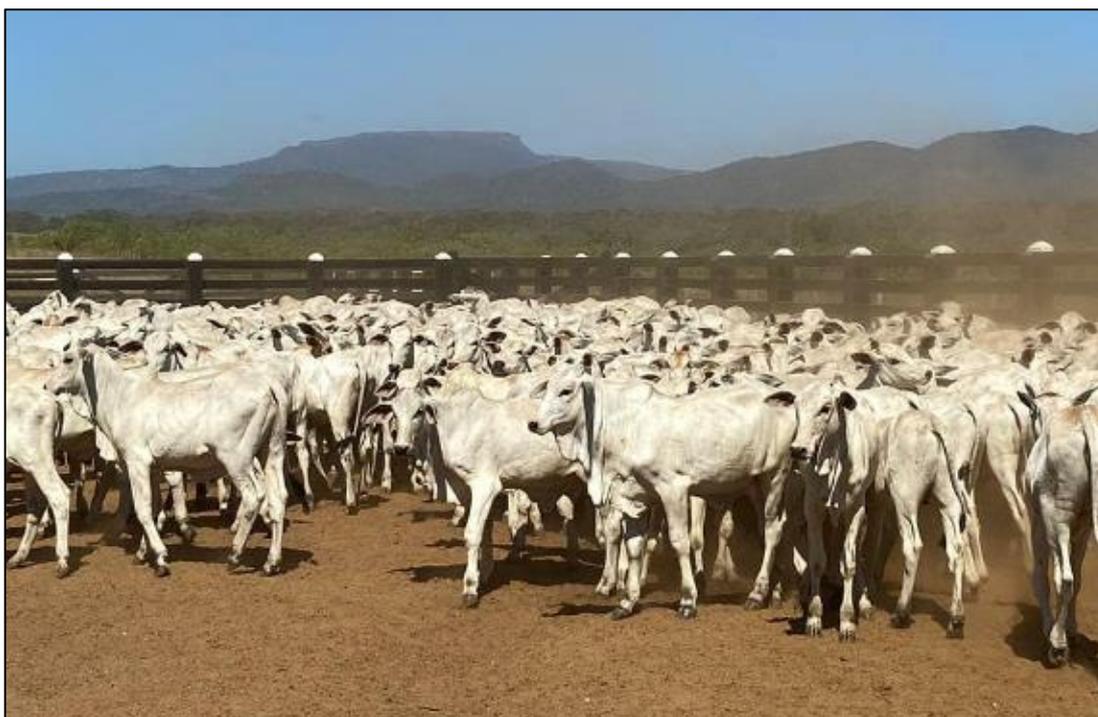


Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

Ao subtrair a área de 2,35% da massa d'água, nota-se que no ano de 1985, as classes de área urbana, pastagem e mineração, isto é, coberturas que possuem dinâmicas mais intensas, possuíam apenas 1,85% da área total de estudo, sendo que a classe de soja ainda era inexistente.

O mapa de uso e cobertura da terra do ano 2000 representa 15 anos de transformações na área de estudo em comparação com o mapa anterior de 1985. As primeiras mudanças observadas foram o aumento de área da classe de pastagem, saltando para 8,57% da área total, com um ganho de 901,26 hectares, representando um aumento de 644% entre 1985 e 2000. Observa-se que áreas da classe de formação florestal diminuíram em 14,93%, ou 912,55 km<sup>2</sup>, sendo gradualmente convertidas em pastagens, principalmente nas porções sudeste e sudoeste da área de estudo (Figura 40).

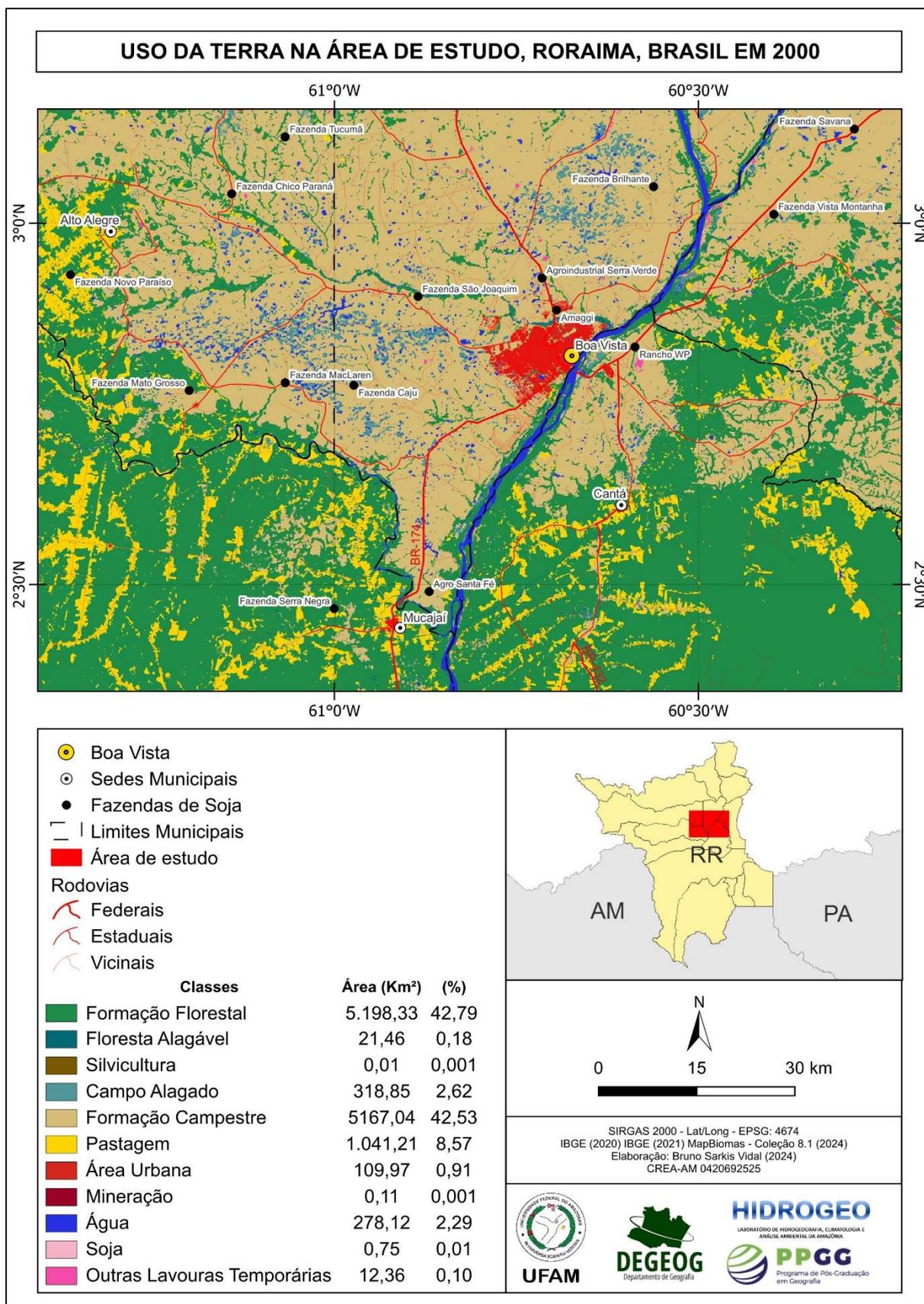
**Figura 40.** Gados em área de pastagem em Cantá, Roraima.



**Fonte:** Andrade, Yuri (2023).

Na área de formação campestre, observou-se a diminuição de 198,12 km<sup>2</sup>, com redução de 1,63% da classe em relação à área total. No mesmo período, houve o aumento da classe campo alagado no mapeamento do projeto MapBiomias, que obteve um ganho 178,75 km<sup>2</sup>, com um acréscimo de 127,73%. As lavouras temporárias nas proximidades da cidade de Boa Vista foi outra classe que marcou as transformações na formação campestre (Figura 41).

Figura 41. Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2000.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

Para Mello-Théry (2011), a dinâmica do desmatamento na Amazônia é um ciclo marcado da madeira à pecuária e depois à soja, no entanto, em algumas vezes, identifica-se uma sucessão dos ciclos, outras vezes, mostra-se uma simultaneidade deles, isso remete a uma complexidade das transformações territoriais em marcha na região.

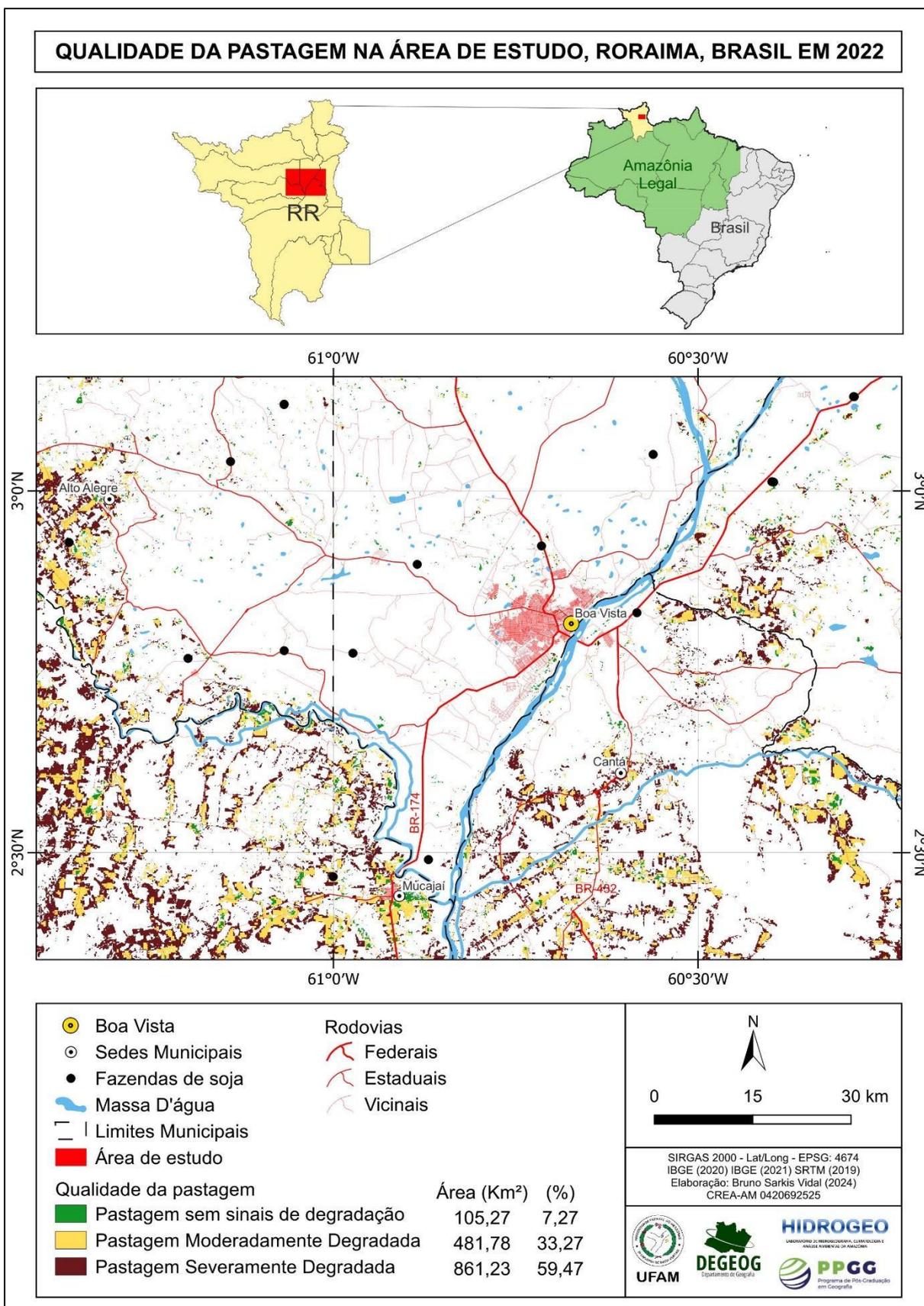
A transição de formações naturais em soja não ocorre diretamente através do desmatamento realizado pelos grandes sojicultores. Em vez disso, esses produtores compram terras já desmatadas de pequenos agricultores, que, por sua vez, são forçados a se deslocar para novas áreas de frente pioneira, onde acabam desmatando ainda mais (Fearnside, 2022).

Nas áreas de transição entre o lavrado de Roraima (formação campestre) e a área de formação florestal, tem atraído investidores de soja nos últimos anos, devido ao regime de chuvas intermediário e solos mais argilosos. Segundo Eloy, Senra e Silva (2023), no lavrado os produtores de soja substituem diretamente as áreas naturais em lavouras, enquanto nas áreas florestais, o cultivo de soja acontece em pastagens “degradadas” através da integração lavoura pecuária – ILP.

A lógica do ILP baseia-se na aplicação de calcário e adubos no solo durante a preparação para o cultivo de soja, permitindo a maior fixação de nitrogênio para a leguminosa, na qual, melhora a fertilidade do solo e aumenta a produtividade das pastagens. Durante a entressafra, gramíneas cobrem o solo e servem de pasto para os animais. Segundo Eloy, Senra e Silva (2023), nessas pastagens "melhoradas", é possível criar até quatro cabeças de gado por hectare, em contraste com apenas uma cabeça por hectare em pastagens sem adubação. Posteriormente, a pastagem é dessecada com glifosato (herbicida) para permitir o replantio da soja.

A degradação das pastagens é um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade no sistema pecuário em regiões tropicais, representando um grande desafio para o setor atualmente (Figura 42). Esse processo, frequentemente relacionado a práticas inadequadas de manejo, resulta na diminuição da produtividade da biomassa, o que, por sua vez, reduz a disponibilidade de alimento para o rebanho (Costa Junior, 2020).

Figura 42. Mapa da qualidade da pastagem na área de estudo em 2022.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

As pastagens degradadas mapeadas pelo projeto MapBiomas concentram-se no entorno da cidade de Boa Vista. Para quantificar o estágio de degradação das pastagens utiliza-se da análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Em 2022, cerca de 59,47% ou 861,23 km<sup>2</sup> das pastagens foram classificadas como severamente degradadas, indicando uma perda considerável de produtividade. As pastagens moderadamente degradadas representam 33,27% da área total, enquanto apenas 7,27% são consideradas sem sinais de degradação, por serem mais recentes ou recém-abertas. Esse cenário reflete um problema de manejo inadequado e degradação ambiental.

Quando a terra é convertida em culturas mecanizadas como a soja, ocorre uma transformação que afeta a população local. A mecanização exige grandes extensões de terra e investimentos em maquinário e insumos agrícolas. Como resultado, pequenos agricultores e comunidades rurais, que dependem de práticas agrícolas de subsistência não conseguem competir com o modelo de produção em larga escala e acabam vendendo suas terras ou sendo forçados a abandoná-las (Figura 43).

**Figura 43.** Plantio de soja mecanizado na área de estudo.

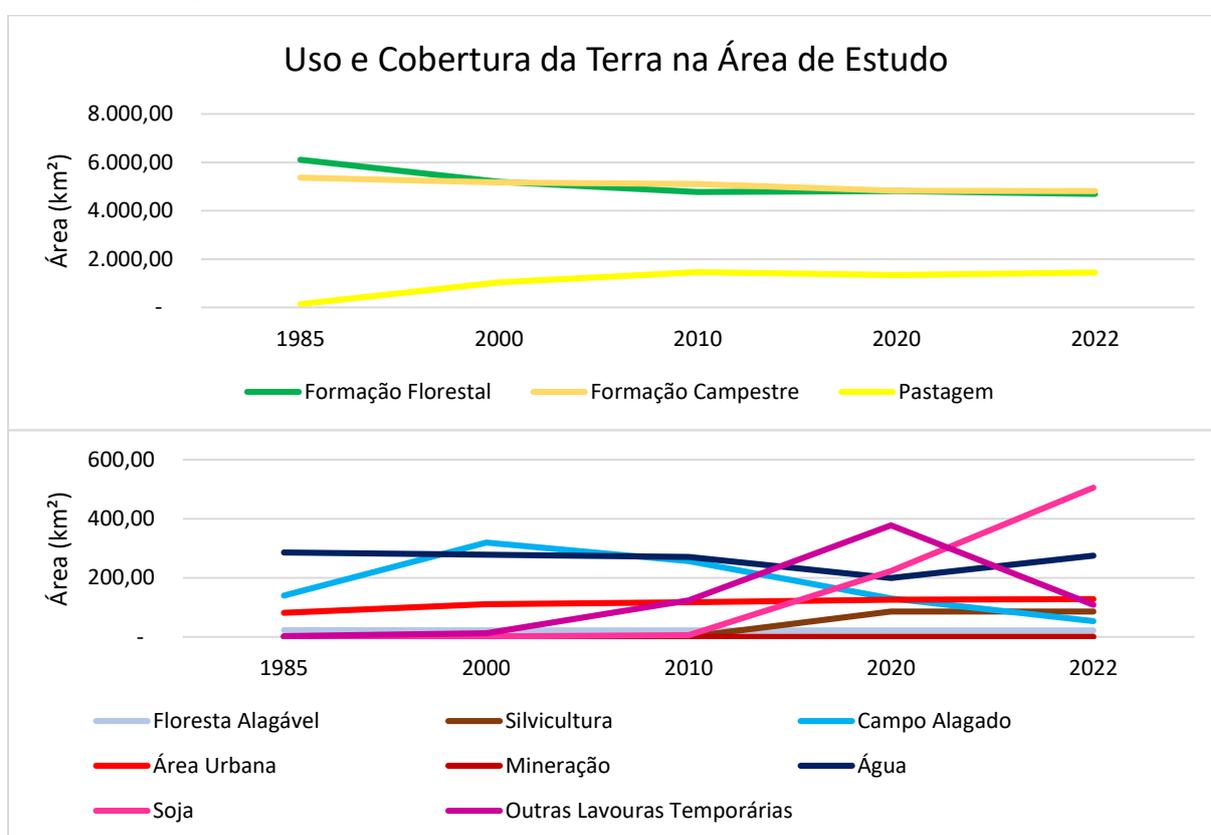


**Fotografia:** Bruno Sarkis Vidal (21/04/2023)

No mapa de uso e cobertura da terra na área de estudo para o ano de 2022, podemos observar a expansão da área de soja, localizando-se na Formação Campestre e nos contatos com a Formação Florestal. Respectivamente, essas duas classes de Formação Natural foram as mais alteradas desde 1985.

Através da figura 44 é possível identificar padrões das classes de uso e cobertura da terra, na parte superior da figura identifica-se alterações graduais na diminuição de áreas de formação natural e o aumento da pastagem. Enquanto na parte inferior as dinâmicas são mais rápidas, com o crescimento da soja e diminuição dos corpos hídricos.

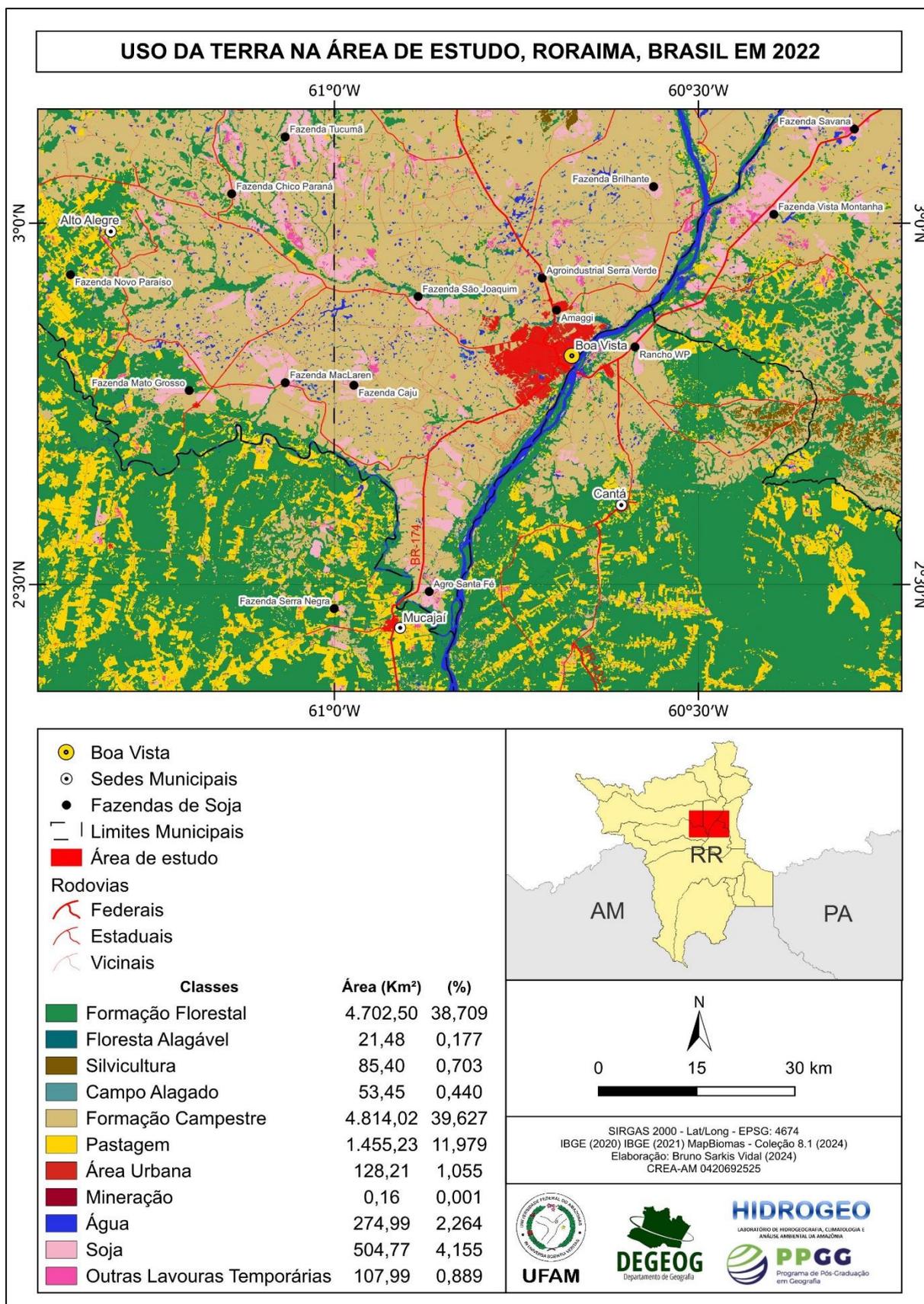
**Figura 44.** Gráfico de Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2022.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Comparando o resultado dos mapeamentos elaborados de 1985 e 2022 pelo MapBiomas, é possível observar um decréscimo de 1.408,38 km<sup>2</sup> da Formação Florestal. Além da redução de 551,14 km<sup>2</sup> da Formação Campestre, em contrapartida, houve o aumento de 1.315,28 de áreas de pastagens e 504,77 km<sup>2</sup> em áreas para o plantio da soja, predominantemente, substituindo áreas do lavrado (Figura 45).

Figura 45. Uso e cobertura da terra na área de estudo em 2022.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

Uma dinâmica observada em relação aos corpos hídricos é de diminuição de área ao longo dos anos. Identificou-se a construção de canais artificiais para drenagem de solo, apresentando como principal impacto o desaparecimento dos lagos e canais naturais de Roraima (Figura 46). Através da imagem de satélite foi possível caracterizar alterações no sistema hídrico da área de estudo em dois períodos distintos decorrentes da conversão para o cultivo da soja.

**Figura 46.** Desaparecimento de corpos hídricos entre 1969 e 2022.



**Fonte:** Google Earth (2024)

A água se constitui em um dos principais destinos dos poluentes agrícolas, como receptora de agrotóxicos, fertilizantes, metais pesados e partículas de solo. De acordo com o levantamento realizado por Lima (2019), 100% dos produtores de soja entrevistados (n = 12) em 2019, utilizavam agrotóxicos para o controle de pragas e ervas daninhas, sendo esses produtos aplicados em diferentes fases do ciclo da cultura da soja.

Segundo Lima (2019), os produtores utilizam formulações pertencentes a diferentes grupos químicos, visando o controle de pragas e ervas daninhas que afetam a produtividade da cultura, além de fazerem parte do sistema de manejo, como no uso de herbicidas para preparo da palhada no Sistema de Plantio Direto (SPD).

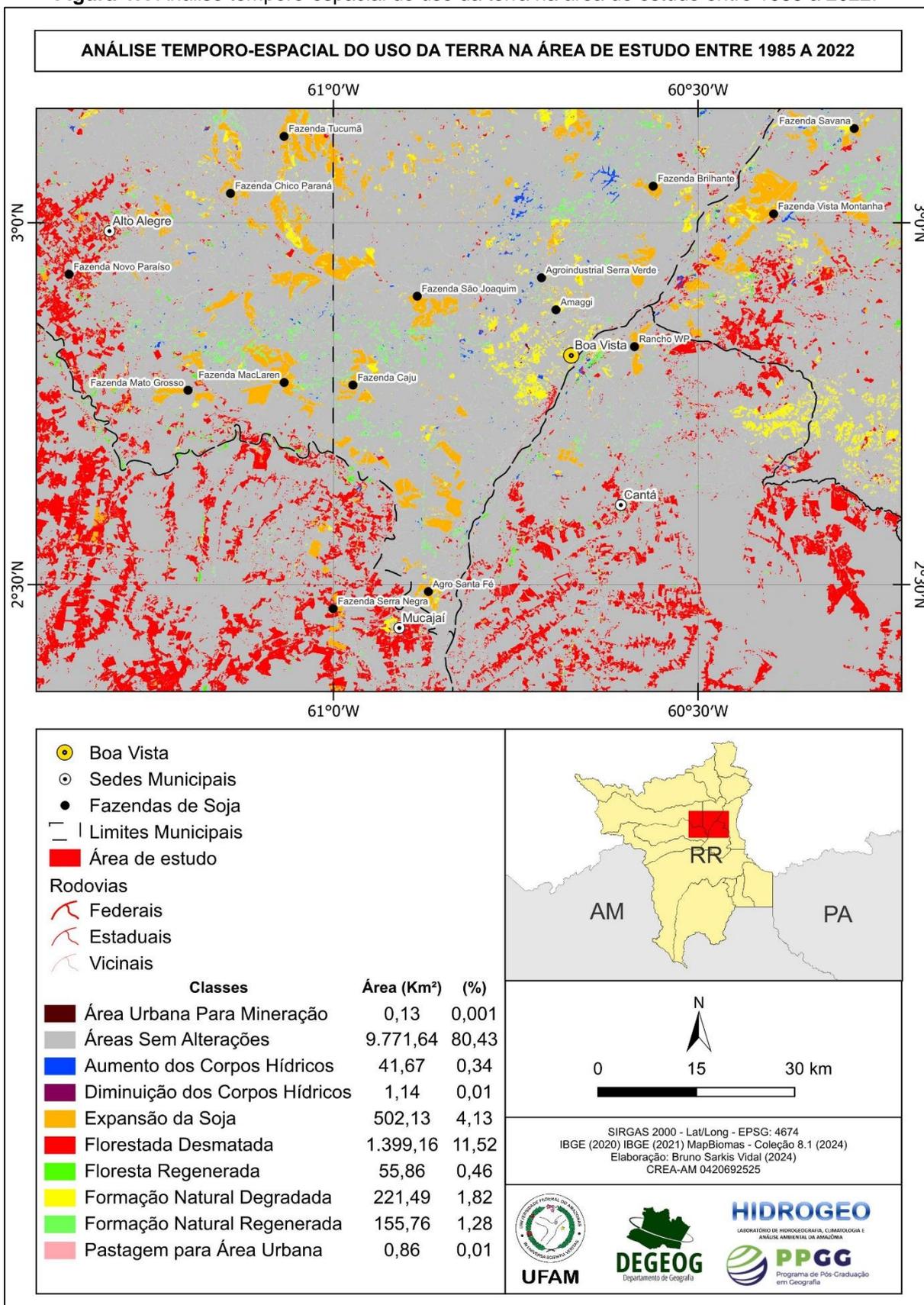
A produção de soja em Roraima envolve o uso de aproximadamente 55 produtos comerciais ou formulações como parte do pacote tecnológico adotado pelos produtores. Esses produtos são classificados em três principais grupos agrônômicos: herbicidas, inseticidas e fungicidas. Entre os herbicidas, destacam-se o 2,4-D e o glifosato (Roundup), sendo o primeiro classificado como extremamente tóxico. O Roundup, produzido pela Monsanto, é moderadamente tóxico e utilizado como dessecante e no controle de ervas daninhas. Inseticidas são usados para combater pragas, como lagartas e percevejos, e fungicidas visam o controle de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* (Lima, 2019).

Esta problemática é presente na área de estudo, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) multou fazendeiros em R\$ 103 mil pelo despejo de agrotóxicos por aviões agrícolas sobre a Comunidade Indígena Morcego, na Terra Indígena Serra da Moça, em Boa Vista, Roraima (G1 Globo, 2021). Em agosto, lideranças locais denunciaram que os indígenas apresentaram falta de ar e coceiras na pele devido ao despejo da substância. A atividade foi suspensa e foram emitidos dois autos de infração pelo órgão ambiental.

Conforme a Instrução Normativa nº 02/2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a aplicação aérea de agrotóxicos estava contrariando as normas que regulam a atividade, que proíbem a aplicação a menos de 500 metros de povoados e 250 metros de qualquer moradia. No caso da Serra da Moça, as lavouras estavam a menos de 250 metros das comunidades indígenas. O Conselho Indígena de Roraima (CIR) divulgou a denúncia, destacando que a Serra da Moça é cercada por fazendas de soja.

O mapa de análise temporo-espacial possibilita a compreensão das mudanças efetivadas em um determinado espaço levando em consideração um recorte temporal pré-estabelecido, neste caso, as transformações ambientais na área de estudo no período entre 1985 a 2022, as dinâmicas observadas são descritas em 10 classes que sintetizam as transformações (Figura 47).

**Figura 47.** Análise temporo-espacial do uso da terra na área de estudo entre 1985 a 2022.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Observa-se a diminuição das classes que compõe a formação natural, sendo a formação florestal desmatada, representando um decréscimo de 1.399,16 km<sup>2</sup> e a formação campestre degradada com perda de 221,49 km<sup>2</sup>. Os padrões de desmatamento nas áreas florestadas seguem a lógica de transformação após a implementação e pavimentação de rodovias e vicinais.

A natureza transfigurada subordinada às relações de poder são observadas através do crescimento das áreas de plantio de soja na área de estudo, aumente a área produtiva em 502,13 km<sup>2</sup>, substituindo as áreas de formação campestre, no lavrado, contudo, também se observa a expansão em áreas que eram de pastagem, devido ao sistema de plantio ILP.

No contexto do ILP, as culturas anuais são plantadas em rotação ou em consórcio com a pecuária, permitindo que os resíduos das culturas sirvam como alimento para o gado e contribuam para a melhoria da qualidade do solo. Segundo Lima (2019), essa prática não apenas diversifica a produção, mas também melhora a capacidade de lotação das pastagens, como mencionado por produtores que relatam um aumento no número de cabeças de gado por hectare após a implementação do ILP.

Segundo Eloy, Senra e Silva (2023), a área provável de expansão da soja para os próximos anos é estimada em 400 mil hectares. A consolidação desse cenário incentiva a abertura de novas áreas por meio de desmatamento: áreas de pastagens degradadas serão convertidas em lavouras de soja, enquanto a frente pioneira será direcionada para áreas de vegetação natural.

### **3.2 Declividade do terreno**

A declividade é a segunda variável na ordem de importância para determinar a vulnerabilidade ambiental em Roraima. É uma variável crítica que influencia a produção de soja em Roraima, afetando a escolha das áreas de cultivo até as práticas de manejo necessárias para garantir uma produção futura.

O mapa de declividade para área estudo foi elaborado com intervalos de classes definidos pela Embrapa (2018). O quadro 9 apresenta as principais características dos terrenos com declividades enquadradas, como: plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado.

**Quadro 9.** Classes de declividade na área de estudo.

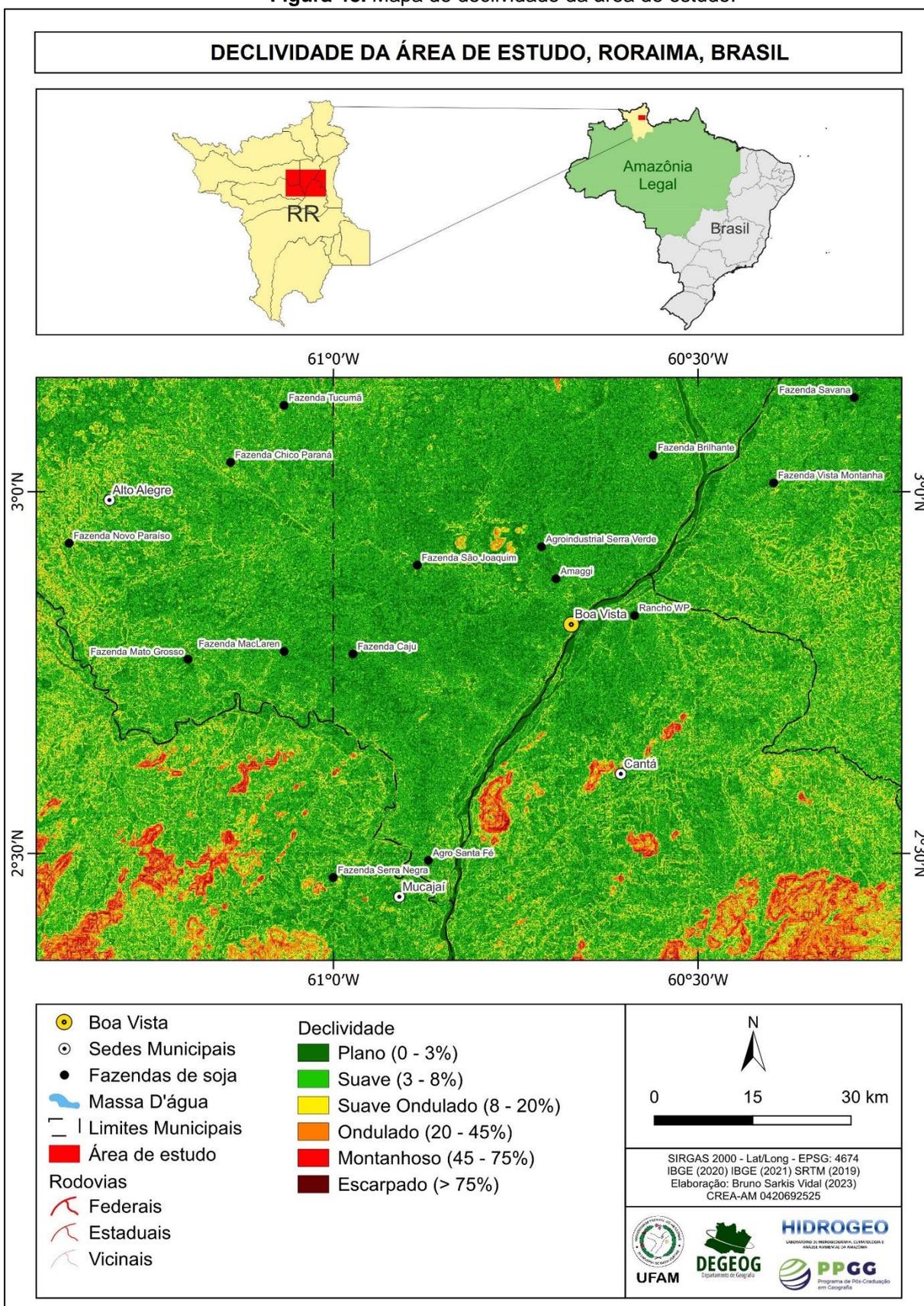
<b>Classe</b>	<b>Declividade</b>	<b>Características</b>
Plano	00% a 03%.	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
Suave Ondulado	03% a 08%.	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 m a 100 m, respectivamente).
Ondulado	08% a 20%.	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados.
Forte Ondulado	20% a 45%.	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de altitudes relativas de 50 m a 100 m e de 100 m a 200 m, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes.
Montanhoso	45% a 75%.	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes.
Escarpado	Superior a 75%	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuestras, falésias, vertentes de declives muito fortes.

**Fonte:** Adaptado de Santos *et al.* (2018).

A classe de declividade plana (0 a 3%) compreende 33,13% da área total analisada, concentrando na região do lavrado, porção central da área de estudo, esta classe é considerada ideal para o cultivo de soja. Assim como a classe suave ondulada (3 a 8%), sendo passível de mecanização com os representativos 46,02% da área total. Essas duas classes somam 79,15%, com 9.604,14 km<sup>2</sup>. Segundo o Manual de Segurança e Qualidade para Cultura da Soja da Embrapa (2005), as plantações de soja devem dar preferência a áreas de topografia plana ou suavemente ondulada, ou seja, com declividade de até 12%, possibilitando controlar a erosão e facilitar a mecanização e/ou as atividades manuais de cultivo.

Em áreas com declividade acentuada, a soja é mais suscetível à erosão, especialmente na área de estudo, onde os totais pluviométricos são mais altos em relações as outras regiões produtoras do país. As classes de declividades acentuadas (ondulado, montanhoso e escarpado), acima de 20% estão predominantes nas porções sudeste e sudoeste da área de estudo, em áreas de litologia metamórficas (Figura 48).

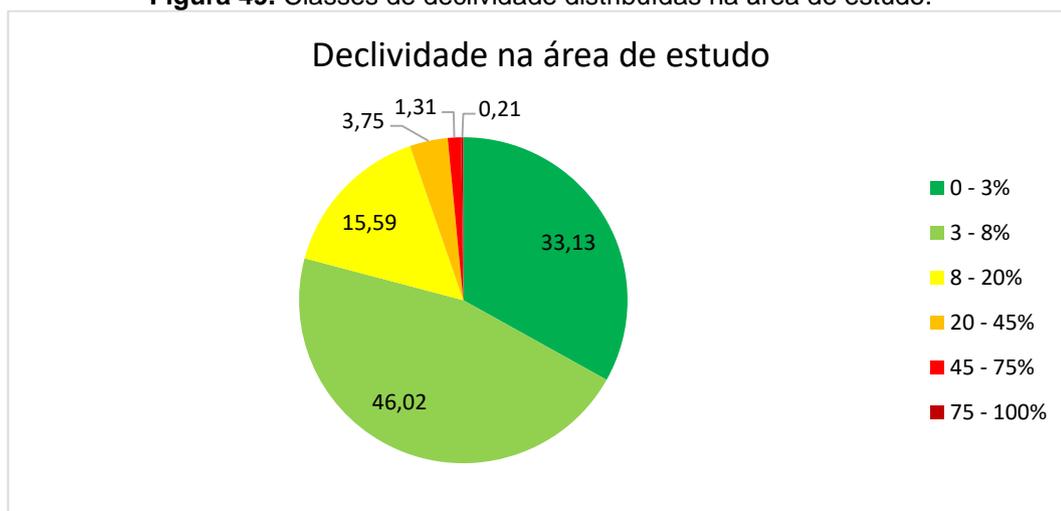
Figura 48. Mapa de declividade da área de estudo.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

A expansão da soja em áreas com declividade acentuada pode levar a impactos ambientais significativos, como a degradação do solo, erosão e a alterações ambientais. A falta de práticas de manejo adequadas em terrenos inclinados resulta em impactos negativos para o ambiente. A figura 49 quantifica as classes de declividade distribuídas na área de estudo.

**Figura 49.** Classes de declividade distribuídas na área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

### 3.3 Erosividade

De acordo com Guerra e Guerra (2010) a erosividade é a propriedade que as águas da chuva têm em provocar erosão dos solos, a maior ou menor erosividade não depende apenas da intensidade da chuva, mas também da quantidade de chuva, levando em conta o tempo de duração. Assim como expressão Salomão (1999), erosividade é o índice que representada a capacidade da chuva de provocar erosão.

A energia cinética determina a erosividade, já a determinação do potencial erosivo depende principalmente dos parâmetros de erosividade e também das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço (Guerra, 1999). O mapa abaixo (Figura 50), espacializou a erosividade média do período de 1992 a 2022 para área de estudo em Roraima, verificou-se que no Sudoeste a erosividade foi de 10.410,73 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, podendo gerar um runoff mais intenso nessas áreas. Enquanto na porção central e nordeste da área de estudo, a erosividade obteve os valores entre 9.225 a 10.000 MJ mm ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.



Segundo Silva *et al.* (2003), é um índice numérico representado em  $\text{tm mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  ou  $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (megajoule x milímetro de chuva por unidade de área hectare) que expressa a capacidade da chuva esperada em dada localizada de causar erosão em uma área sem proteção, o quadro 10 representa as classes de interpretação para o índice de erosividade (Carvalho, 1994).

**Quadro 10:** Classes de interpretação para o índice de erosividade.

Classe de Erosividade	Valores de Erosividade	
	$\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	$\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$
Muito baixa	$R < 2.500$	$R < 250$
Baixa	$2.500 < R < 5.000$	$250 < R < 500$
Média	$5.000 < R < 7.000$	$500 < R < 700$
Alta	$7.000 < R < 10.000$	$700 < R < 1000$
Muito alta	$R > 10.000$	$R > 1000$

**Fonte:** Carvalho (1994). **Organização:** Bruno Sarkis Vidal (2019)

Nesse sentido, a área de estudo pode ser classificada com erosividade muito alta na região sudoeste e alta nas demais porções da área de estudo, podendo gerar diversos impactos negativos, especialmente em áreas sem cobertura vegetal adequada ou em solos manejados de forma inadequada.

### 3.4 Vulnerabilidade ambiental na área de soja em Roraima

Uma das atividades agrícolas que mais causam impactos negativos no ambiente é a sojicultura. De maneira geral, todos os sistemas ambientais (solo, água, ar, biodiversidade) são passíveis de impactos diretos ou indiretos dessa atividade

A Figura 49 representa a escala de vulnerabilidade ambiental utilizada nesta pesquisa, adaptada de Crepani (2001). O autor estabeleceu critérios para as variáveis baseados nos princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977), que classifica os meios em: estáveis, onde predomina a pedogênese; intergrades, com equilíbrio entre pedogênese e morfogênese; e fortemente instáveis, onde predomina a morfogênese. Assim, adaptou-se essa classificação para determinar a intensidade e distribuição da vulnerabilidade ambiental resultante de processos erosivos e impactos sobre os recursos hídricos.

**Quadro 11.** Classes de vulnerabilidade na área de estudo.

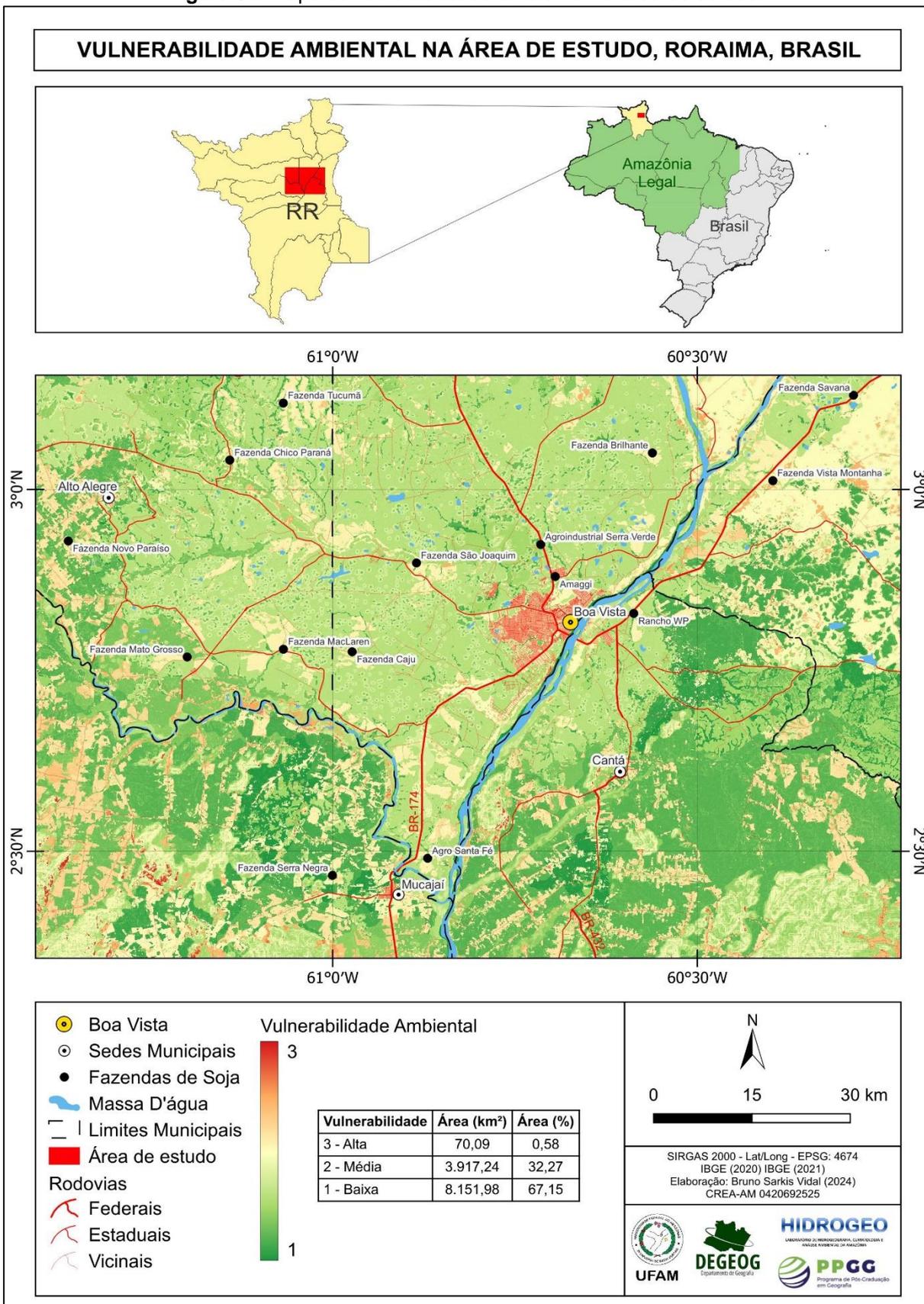
Vulnerabilidade Ambiental	Classes de Vulnerabilidade	Características
1	Baixa	Áreas com declividade plana a suave ondulada, litologias com rochas duras, solos profundos e formação florestal.
1,1		
1,2		
1,3		
1,4		
1,5		
1,6		
1,7	Média	Áreas com declividade ondulada, litologias com grau de dureza média, solos úmidos e formação campestre.
1,8		
1,9		
2		
2,1		
2,2		
2,3		
2,4	Alta	Áreas com declividades acentuadas, litologias com rochas frágeis, solos recentes (neossolos) e classes antropizadas do uso e cobertura da terra.
2,5		
2,6		
2,7		
2,8		
2,9		
3		

**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

A elaboração do mapa síntese de vulnerabilidade ambiental através da metodologia AHP, permite identificar as áreas mais vulneráveis a partir da relação entre geologia, pedologia, erosividade, área de lagos e uso e cobertura da terra. A relação desarmoniosa entre a sociedade e natureza, materializada no uso e cobertura da terra incompatível, onde não são respeitadas as limitações físico-naturais de ambientes vulneráveis, oferecem desequilíbrios no ambiente, onde o mapa de vulnerabilidade consegue identificar.

As áreas de vulnerabilidade ambiental baixa são predominantes na área de estudo, ocupam 8.964,65 km<sup>2</sup>, com 73,85% da área total de estudo. Ao observar o mapa de vulnerabilidade abaixo (Figura 51), nota-se que essas áreas (tons verdes) estão distribuídas em toda área estudada, com o predomínio das porções sul e leste. Enquanto a classe média apresentou 32,27% e a alta com 0,58%.

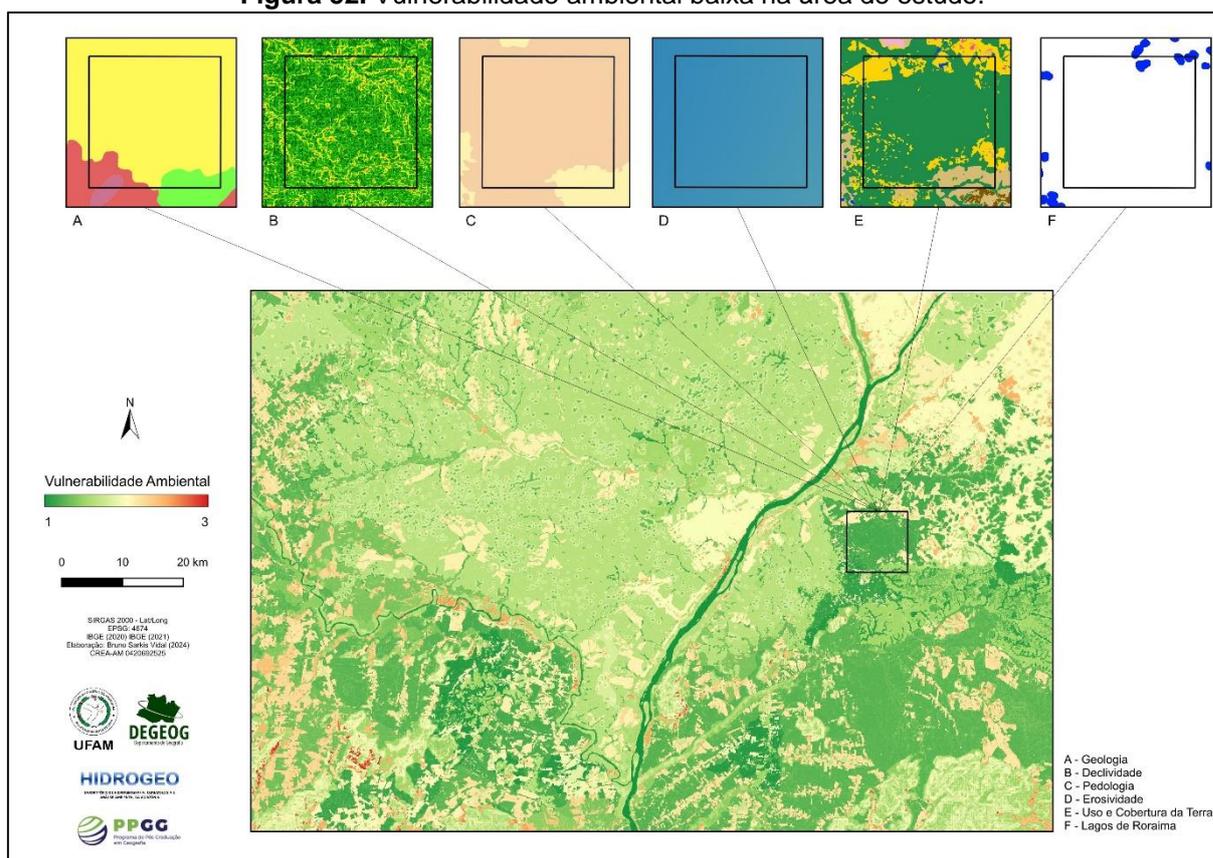
Figura 51. Mapa de vulnerabilidade ambiental na área de estudo.



Elaboração: Bruno Sarkis Vidal (2024).

Ao analisar quais variáveis compõe a vulnerabilidade baixa (Figura 52), associamos a presença de declividades planas a suave ondulada, com inclinação inferior a 12%, com o predomínio de solos profundos como o latossolo vermelho-amarelo, a geologia apresenta rochas ígneas do tipo granodioritos e granitos de suítes intrusivas, sem a presença dos lagos, e cobertura de formação florestal.

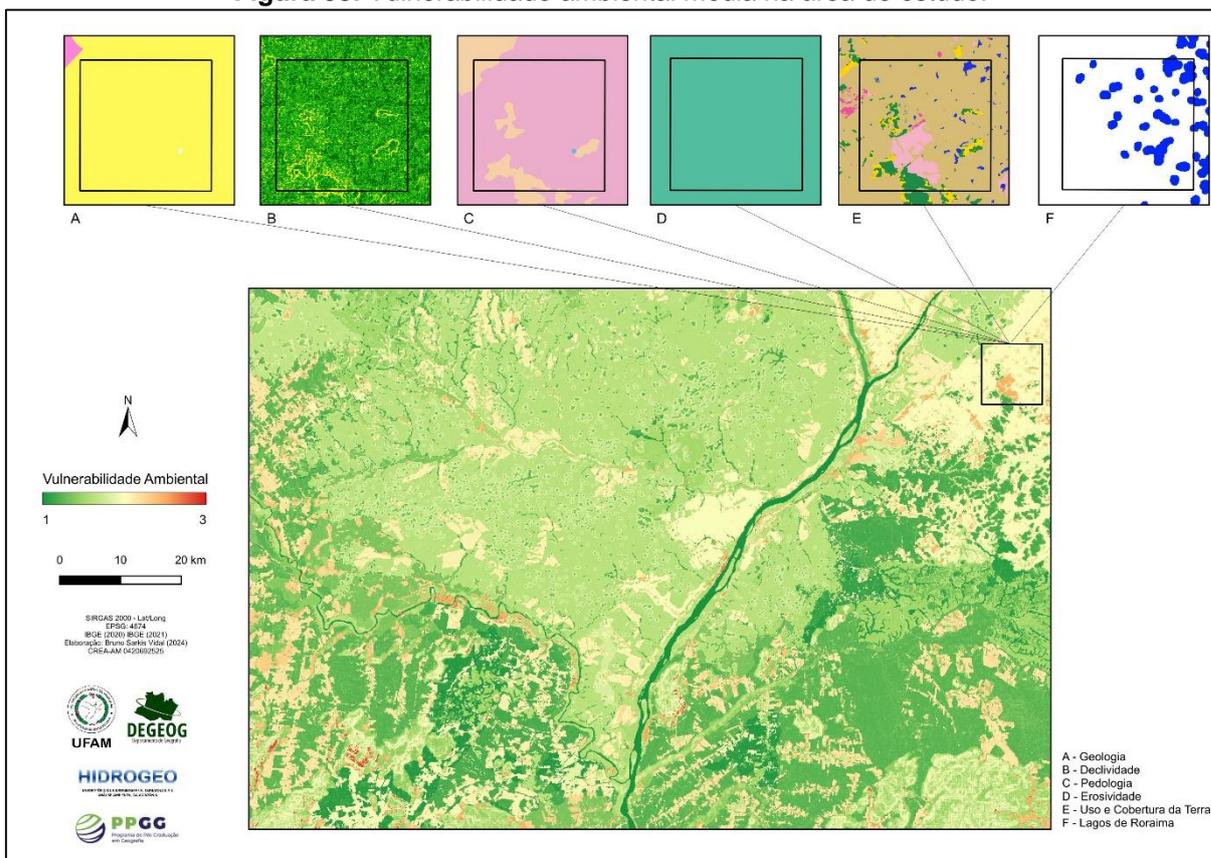
**Figura 52.** Vulnerabilidade ambiental baixa na área de estudo.



**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Para essa classe baixa de vulnerabilidade, recomenda-se que ocorra a manutenção das áreas florestadas e preservação da formação campestre, o lavrado de Roraima, visando a proteção do ambiente contra um uso incompatível entre as classes.

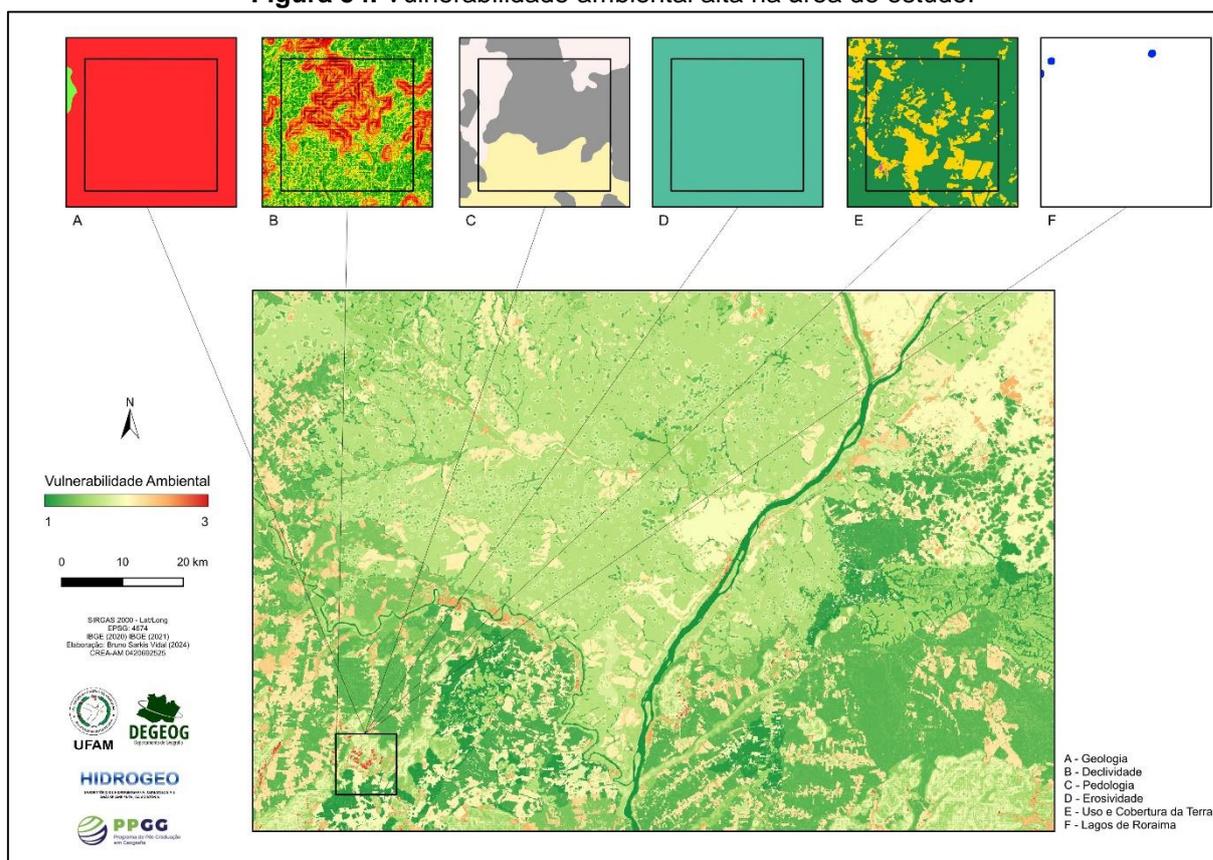
As áreas de vulnerabilidade média descritas na figura 53 apresentam rochas do tipo de areias argilosas, argila arenosa e cascalhos, onde produzem plintossolos pétricos, com restrições sérias ao uso agrícola devido ao enraizamento das plantas, impasse ao uso de equipamentos agrícolas e pouco volume de solo disponível para as plantas. Possuem declividades de 8 a 45% de inclinação, com áreas mais sensíveis aos impactos negativos no ambiente.

**Figura 53.** Vulnerabilidade ambiental média na área de estudo.

**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

Essas porções de vulnerabilidade ambiental média da área de estudo, sobretudo na formação campestre, devem ser prioriza a preservação, protegendo o solo. Devido ao fato de apresentarem uma vulnerabilidade média, é considerado um ambiente intergrade, nesse sentido, equaliza os processos morfogenéticos e pedogenéticos. No entanto, deve-se ter o cuidado com a substituição das formações naturais em áreas de plantio de soja e pecuária, sendo necessário um manejo adequado do solo para evitar aumento dos processos erosivos.

A classe de alta vulnerabilidade ambiental indica o início de um processo de instabilidade, principalmente devido à presença da cultura de soja e da pecuária em áreas frágeis. Essa alta vulnerabilidade é resultado do uso intensivo das terras, que exerce uma influência significativa sobre os processos que desencadeiam a instabilidade ambiental (Figura 54).

**Figura 54.** Vulnerabilidade ambiental alta na área de estudo.

**Elaboração:** Bruno Sarkis Vidal (2024).

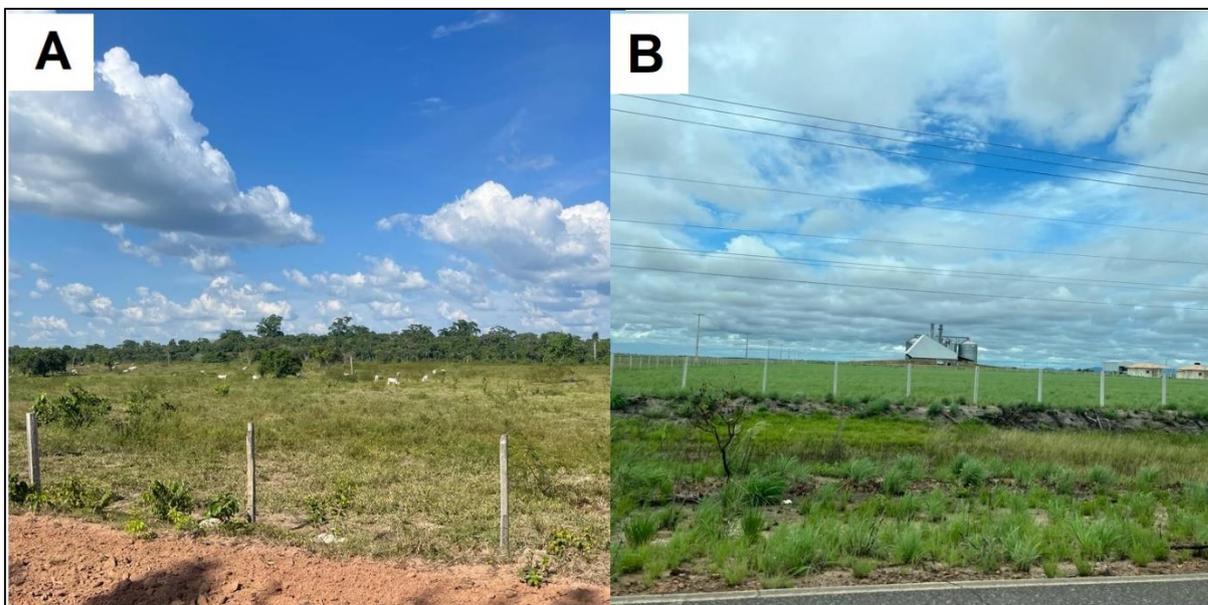
Ao analisar a combinação das variáveis (A, B, C, D, E e F) da figura 54, nota-se que a classe de vulnerabilidade ambiental alta é fruto das classes de pastagens e soja em áreas de declividades acentuadas, combinadas com solos frágeis e rochas com grau de dureza baixo.

Segundo Lima (2019), os impactos mais significativos sobre a biodiversidade do lavrado (tanto fauna quanto flora), além de contribuir substancialmente para a geração de gases de efeito estufa (GEE), ocorrem principalmente durante a fase de supressão da vegetação nativa para a implantação da soja e pecuária.

Além disso, é importante destacar que a diversidade biogeográfica do Lavrado ainda não é completamente conhecida, o que contribui para sua subvalorização, especialmente entre os setores produtivos. Esse desconhecimento reforça a percepção equivocada de que o Lavrado pode ser equiparado ao bioma Cerrado do Brasil Central, o que contradiz diversos estudos que apontam diferenças significativas entre esses ecossistemas (Figura 55). A falta de compreensão sobre a riqueza e

singularidade do Lavrado compromete sua preservação e favorece práticas agrícolas inadequadas que ameaçam sua biodiversidade (Lima, 2019).

**Figura 55.** O lavrado como resultado da interação entre o ambiente, exploração (pecuária e plantação de soja) e a ação de agentes capitalizados de grande porte (infraestrutura de fixos para viabilidade socioeconômica).



**Fotografia:** Bruno Sarkis Vidal (21/04/2023)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão da soja na Amazônia Setentrional, especificamente no estado de Roraima, nos mostra um cenário complexo de mudanças ambientais significativas, impulsionadas pela conversão de áreas naturais em áreas agrícolas. Ao longo das últimas décadas, a região passou por uma rápida transformação em seu uso da terra, resultando em impactos intensos nas dinâmicas ambientais, sociais e econômicas.

A partir dos resultados apresentados, observa-se que a produção de soja em Roraima cresceu exponencialmente, com um aumento de 8.750% em 12 anos, consolidando-se como um dos principais motores econômicos do estado. No entanto, esse avanço foi acompanhado por impactos ambientais, como o aumento do desmatamento, a degradação de pastagens e a pressão sobre áreas protegidas.

A análise temporal e espacial do uso da terra revelou uma substituição das formações naturais pela expansão da frente pioneira. Embora a soja tenha se tornado um componente importante da economia estadual, representando 59% das exportações de Roraima em 2023, os impactos dessa expansão agrícola são significativos. A conversão das formações naturais em áreas de cultivo resultou na perda de biodiversidade, alterações nos ciclos hídricos e degradação dos solos.

Além disso, os conflitos ambientais tornaram-se mais evidentes à medida que grandes empreendimentos agrícolas se consolidaram, muitas vezes em detrimento de comunidades locais e tradicionais. A intensificação das atividades de agronegócio aumentou as tensões entre a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico, gerando um cenário de desigualdade e disputas territoriais.

Este estudo contribui para a compreensão das interações entre a expansão agrícola e o ambiente, utilizando uma abordagem integrada que combina dados de sensoriamento remoto, mapeamento geográfico e análise ambiental. A aplicação da Geografia Física Crítica permitiu contextualizar essas transformações dentro de uma perspectiva que reconhece tanto os fatores naturais quanto os sociais que moldam o ambiente

Diante dos desafios impostos pela expansão da soja, é importante frisar que políticas públicas sejam implementadas de forma a promover um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. O uso de instrumentos de

planejamento territorial, o licenciamento ambiental e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis podem ser caminhos viáveis para mitigar os impactos negativos e promover a conservação dos ambientes.

Nesta perspectiva, o avanço da frente pioneira da soja em Roraima coloca em evidência a necessidade de estratégias de manejo que levem em consideração não apenas os interesses econômicos, mas também a integridade dos ambientes, respeitando sua vulnerabilidade e as comunidades locais. A promoção de um desenvolvimento sustentável, baseado na conciliação entre a produção agrícola e a conservação ambiental deve garantir que os benefícios econômicos da soja não venham à custa da degradação do ambiente.

A expansão da soja em Roraima não é um fenômeno isolado, mas está enraizado em um processo maior de apropriação da natureza, onde o território amazônico é moldado para atender às demandas do capital global. Assim, as transformações ambientais observadas em Roraima são simultaneamente produto de fatores biofísicos — como a geologia, o clima e o solo. E de fatores sociais, incluindo as políticas estatais, as dinâmicas de mercado e as relações de poder que moldam a produção de soja.

Por fim, este trabalho reforça a importância de estudos sobre as mudanças no uso da terra e a vulnerabilidade ambiental, contribuindo para um debate sobre as implicações ambientais da expansão da soja na Amazônia. Espera-se que este estudo forneça subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficazes, que equilibrem o crescimento econômico com a preservação de Roraima e da Amazônia.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo: Edusp, 1996.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Zoneamento fisiográfico e ecológico do espaço total da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010.
- ACSELRAD, Henri. **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, Fundação Heinrich Boel, 2004.
- ALMEIDA, Marcelo Esteves. **Evolução Geológica da porção centro-sul do escudo das Guianas com base no estudo geoquímico, geocronológico (evaporação de Pb e U-Pb ID-TIMS em zircão) e isotópico (Nd-Pb) dos granitoides Paleoproterozoicos do sudeste de Roraima**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém. 2006.
- ARMOND, Núbia Beray. A call for a critical urban climatology: Lessons from critical physical geography. **WIREs Climate Change**, 2022.
- AZEVEDO JÚNIOR, Roberto Sete; SILVA, Renato Cândido. Os “Conceitos de Gestão” na Revista Brasileira de Geografia entre 1980 e 2005. **Revista de Geopolítica**, v. 2, n. 1, 2011.
- BARBOSA, José Beethoven Figueiredo. **Relatório Executivo de Vegetação para o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)**. Roraima: SEPLAN – Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento, 2017.
- BARBOSA, Reinaldo Imbrozio; MIRANDA, Izildinha de Souza. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA, Reinaldo Imbrozio; XAUD, Haron Abrahim Magalhães; COSTA, Jorge Manoel. **Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade, potencialidades agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005.
- BARROS, Nilson Cortez Croacia. **Roraima, paisagens e tempo na Amazônia Setentrional: estudo de ocupação pioneira na América do Sul**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1995.
- BECKER, Bertha. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.
- BECKER, Bertha. **Geopolítica da Amazônia - A nova fronteira de recursos**. In: Vieira, Ima Célia Guimarães. (org.), *As Amazônias de Bertha K. Becker: ensaios sobre geografia e sociedade*. Vol. 1. Rio de Janeiro: Garamond, 2015.
- BECKER, Bertha. **Geopolítica da Amazônia: a nova fronteira de recursos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982

- BECKER, Bertha; MIRANDA, Mariana; MACHADO, Lia Osório. **Fronteira Amazônica: questões sobre a gestão do território**. Brasília/Rio de Janeiro: Editora UNB/Editora UFRJ, 1990.
- BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes de Miranda. **Sociedade e Natureza**. In: CUNHA, Sandra.; GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). A questão ambiental diferentes abordagens. 2º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- BESERRA NETA, Luiz Câmara; TAVARES JÚNIOR, Stélio Soares. **Relatório Executivo de Geomorfologia para o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)**. Roraima: SEPLAN – Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento, 2020.
- BRASIL. Decreto 8.586, de 09 de dezembro de 2015. Altera o Decreto nº 6.754, de 28 de janeiro de 2009, que regulamenta a Lei nº 10.304, de 5 de novembro de 2001, que dispõe sobre a transferência ao domínio do Estado de Roraima de terras pertencentes à União. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 dez. 2015.
- CÂMARA, Gilberto; BARBOSA, Cláudio; CORDEIRO, João Pedro; LOPES, Eymar; FREITAS, Ubiraja Moura de; LUCENA, Ivan. Operações de análise geográfica. In: DRUCK, Suzana; CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, GILBERTO; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004
- CÂMARA, Gilberto; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE, São José dos Campos, 2001.
- CARVALHO, Newton de Oliveira. **Hidrossedimentologia prática**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM e Eletrobras. Rio de Janeiro, RJ: CPRM, 1994.
- CASSETI, Valter. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, Francisco Assis; KOZEL, Salete. **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. 1ª edição revisada. Curitiba: Editora UFPR, 2009.
- CASSETI, Valter. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo Contexto, 1995.
- CHC - Climate Hazards Center. **CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations**. University of California, Santa Barbara, 2024.
- CLARKE, Mike; HORTON, Richard. Bringing it all together: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. **Lancet June**. v. 2, 2001
- CLAVAL, Paul. O papel do trabalho de campo na geografia, das epistemologias da curiosidade às do desejo. **Confins**. n. 17, 2013.

COMEX STAT. **Exportações e Importações Municipais**. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 14 de janeiro de 2024.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos da safra 2022/23**. 12º levantamento. Brasília: Conab, 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Soja em números**. 2023. Disponível em: << <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

CONCEIÇÃO, Francilene Sales. **Territórios agrihidroflorestais em disputas nas Amazônias do Oeste do Pará: (re)existências dos povos amazônicos das terras-águas-florestas e a invasão do agronegócio**. Tese (doutorado). Programa de pós-graduação em Geografia (PPGG). Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET). Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho: 2023.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Gestão do Território - Reflexões Iniciais, LAGET**, Textos, mimeografado, 1987.

COSTA JUNIOR, Ciniro. **Potencial de captura de carbono no solo a partir da reabilitação de pastagens degradadas no Cerrado**. Piracicaba/SP: Imaflora, 2020.

COSTA SILVA, Ricardo Gilson da. **Amazônia globalizada: da fronteira agrícola ao território do agronegócio – o exemplo de Rondônia**. **Confins**, nº 23, 2015.

COSTA SILVA, Ricardo Gilson da; LIMA, Luis Augusto Pereira; CONCEIÇÃO, Francilene Sales. **Territórios em disputas na Amazônia brasileira: ribeirinhos e camponeses frente às hidrelétricas e ao agronegócio**. **Confins**, nº 36, 2018.

COSTA SILVA, Ricardo Gilson da; MICHALSKI, Amanda. **A caminho do Norte: cartografia dos impactos territoriais do agronegócio em Rondônia (Amazônia ocidental)**. **Confins**, nº45, 2020.

COSTA SILVA, Ricardo Gilson. **A regionalização do agronegócio da soja em Rondônia**. **GEOUSP – Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, v. 18, n. 2, p. 298-312, 2014.

COSTA, José Augusto Vieira. **Compartimentação do relevo do Estado de Roraima**. In: OLIVEIRA, R. S. **Roraima em foco: pesquisas e apontamentos recentes**. Boa Vista: ed. UFRR, 2008.

COSTA, Solange Maria Gayoso da. **Sojicultura e mercado de terras na Amazônia**. **Revista Políticas Públicas**, São Luís, v. 19, n. 1, 2015.

DARDEL, Eric. **O homem e a terra**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

DUBREUIL, Vicent; FANTE, Karime Pechutti; PLANCHON, Oliver; SANT'ANNA NETO, João Lima. **Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015**. **Confins**, n. 37, 2018.

- FAHEL, Adriano Oliveira. **Conservação da natureza em Roraima**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.
- FELGUEIRAS, Carlos Alberto; FUCKS, Suzana Druck; MONTEIRO, Antonio Miguel Viera; CAMARGO, Eduardo Celso Gerbi. **Inferências e Estimativas de Incertezas Utilizando Técnicas de Krigeagem Não Linear**. In: Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina, 1999.
- FIGUEIRÊDO, Maria Cléa Brito; VIEIRA, Vicente; MOTA, Suetônio; ROSA, Morsyleide de Freitas; MIRANDA, Samuel. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.
- FISH, Gilberto; MARENGO, José Antônio; NOBRE, Carlos Afonso. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônica**. v. 28, n. 2, 1998.
- FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FRANCO, Eliana Maria; DEL'ARCO, Jeferson Oliveira; RIVETTI, Márcio. Geomorfologia. In: BRASIL. **Folha NA.20 Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1975.
- FURLAM, Sueli Ângelo. Florestas Culturais: manejo sociocultural, territorialidades e sustentabilidade. **Revista Agrária**, São Paulo, n. 3, 2006.
- GALLOPIN, Gilberto. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, 2006.
- GARCIA, Cíntia; PINTO, Francisco, BRASIL, Ronald. **Instrumentos legais para a gestão e o planejamento territorial de Roraima: Legislação Federal e Estadual**. 2ª Edição. Boa Vista, Roraima: UERR Edições, 2024.
- GOMES, Paulo Cesar da Costa. Geografia fin-de-siècle: o discurso sobre a ordem espacial do mundo e o fim das ilusões. In: CASTRO, Iná; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. **Explorações geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- GOMES, Paulo Cesar da Costa. Um lugar para a Geografia: contra o simples, o banal e o doutrinário. In: MENDONÇA, Francisco Assis; LOWEN-SAHR, Cicilian Luiz; SILVA, Márcia. **Espaço e tempo: complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico**. Curitiba: Associação de Defesa do Meio Ambiente e Desenvolvimento de Antonina (ADEMADAN), 2009.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. O início de processo erosivo. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, A. S. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). **Erosão e conservação**

**dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, Antonio Teixeira Guerra; GUERRA, Antonio José Teixeira Guerra. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 6ª ed, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p. 652.

HAESBAERT, Rogério. Território e multiterritorialidade: um debate. **GEOgraphia**, v. 9, n. 17, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 3. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de vegetação brasileira.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia brasileira.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa do Clima do Brasil.** 1 mapa. Escala 1: 5.000.000. Rio de Janeiro: 1ª Ed, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Geológico do Estado de Roraima.** Rio de Janeiro, Digeo, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima.** Rio de Janeiro, Digeo, 2005.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil (1991-2020).** Brasília: INMET, 2022.

KING, Leonora; TADAKI, Marc. A framework for understanding the politics of science. In: LAVE, Rebecca; BIERMANN, Christine; LANE, Stuart. **Handbook of critical physical geography.** The Palgrave, 2018.

LADEIRA, Luiz Felipe Brandão; DANTAS, Marcelo Eduardo. Compartimentação Geomorfológica. In: HOLANDA, Janólfta Lêda Rocha; MARMOS, José Luiz; MAIA, Maria Adelaide Mansini. **Geodiversidade do estado de Roraima.** Manaus: CPRM, 2014.

LAVE, Rebecca. Historical and critical physical geography. **Historical Geography.** Vol. 46, 2018.

LAVE, Rebecca; BIERMANN, Christine; LANE, Stuart. **Handbook of critical physical geography.** The Palgrave, 2018.

LAVE, Rebecca; WILSON, Matthew; BARRON, Elizabeth; BIERMANN, Christine; CAREY, Mark; DUVALL, Chris; JOHNSON, Leigh; LANE, Maria; MCCLINTOCK, Nathan; MUNROE, Darla; PAIN, Rachel; PROCTOR, James; RHOADS, Bruce; LAW, Justine. The impacts of doing environmental research. In: LAVE, Rebecca; BIERMANN, Christine; LANE, Stuart. **Handbook of critical physical geography**. The Palgrave, 2018.

LEPSCH, Igo Fernando. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, Evangelista Ferreira. Cultivo de soja (*Glycine max* (L) MERRIL) no Lavrado de Roraima: indicadores de impactos e percepção ambiental. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, 2019.

LIMA, Maria do Socorro Bezerra de. Expansão da cadeia da soja na Amazônia Setentrional: Os casos de Roraima e Amapá. **Boletim de Geografia**, v. 38, n. 2, 2020.

LIMA, Maria do Socorro Bezerra de; SILVA, Ana Paula; NOGUEIRA, Ricardo José Batista. Novas fronteiras agrícolas na Amazônia Setentrional: A expansão da soja em Roraima (Brasil). In: RIBEIRO, Júlio César; SANTOS, Carlos Antônio (Orgs). **A face multidisciplinar das ciências agrárias**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

LOPES, Paulo Roberto Santos; OLIVEIRA, Antônio Charles Silva; GOULART, Luis Emanuel Alexandre; SILVA, Sérgio Roberto Almada; AGUIAR, Leonardo; LIRA, Rafaelly Rocha Cavalcante; GARCINDO, Lucas Balsini; QUEIROZ, Lila Costa; SOUZA, Antônio Gilmar Honorato. **Mapa Geológico do Centro-Sudeste de Roraima**. 1 mapa. Escala 1:500.000. Manaus: SGB-CPRM, 2021.

MAFFESOLI, Michel. **A contemplação do mundo**. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 1995.

MapBiomás. **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**, 2023. Disponível em: << <https://brasil.mapbiomas.org/>>> Acesso em: 14 de outubro de 2023.

MARTINELLI, Marcelo. Cartografia Dinâmica: Tempo e Espaço nos Mapas. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 9, n. 1, p. 53-66, 2005.

MARTINS, José de Souza. **Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997.

MATIAS, Lindon Fonseca. Por uma economia política das geotecnologias. **Geo Crítica/Scripta Nova**: Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Sociais. Barcelona: v. VIII, n. 170, 2004.

MENDES, Túlio Amós de Araújo; OLIVEIRA, Antônio Charles Silva; LOPES, Paulo Roberto Santos; AGUIAR, Leonardo; GRAZZIOTIN, Heitor Flávio; ALMEIDA, Marcelo

Esteves; BENEVIDES, Paulo Roberto Rodrigues. **Mapa Geológico do Estado de Roraima**. 1 mapa. Escala 1:1.000.000. Manaus: SGB-CPRM, 2022.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. **Revista da Anpege**, v.7, n.1, p.111-118, 2011.

MIRANDA, José Iguelmar. Embrapa Informação Tecnológica. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: EMBRAPA, Informação Tecnológica, 2005.

MONBEIG, Pierre. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: Hucitech, 1984.

MONTALVÃO, Raimundo Montenegro Garcia de; MUNIZ, Marcos de Barros; ISSLER, Roberto Silva; DALL'AGNOL, Roberto; LIMA, Mário Ivan Cardoso de; FERNANDES, Paulo Edison Caldeira André; SILVA, Guilherme Galeão. **Geologia**. In: BRASIL. Folha NA.20 Boa Vista e parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1975.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 21ª edição, São Paulo: Annablume, 2007.

MORAIS, Roseane Pereira; CARVALHO, Thiago Morato. Aspectos Dinâmicos da Paisagem do Lavrado, Nordeste de Roraima. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 34, n. 1, p.55-68, 2015

NOVO, Evelyn Marcia Leão de Moraes. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Práxis geográfica e suas conjunções**. 2014. 150 f. Tese (Livre Docência em Geografia) Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

OLIVEIRA NETO, Thiago. **Rodovia BR-163: Entre a geopolítica e a geoeconomia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, 2019.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. **A Mundialização da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Landé Editorial, 2016.

PEREIRA, Mirlei Fachini Vicente. Espaço e território – organização, ordenamento e uso: notas teórico-epistemológicas. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 39, p. 1–16, 2019.

PIMENTA, Lianne Borja; BELTRÃO, Norma Ely Santos; GEMAQUE, Amanda Madalena da Silva; TAVARES, Paulo Amador. Processo Analítico Hierárquico (AHP) em ambiente SIG: temáticas e aplicações voltadas à tomada de decisão utilizando critérios espaciais. **Interações**. v. 20, n. 2, 2019.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. Edição 14ª, São Paulo: Contexto, 2006.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. Tradução de Maria Cecília. França. São Paulo: Ática, 1993.

RECLUS, Élisée. **L'Homme et la Terre**. Paris: Librairie Universelle, 1905

RECLUS, Élisée. **Geografia**: Coleção Grandes cientistas sociais de Manuel Correia de Andrade e Florestan Fernandes..São Paulo: Editora Ática, 1985.

REIS, Nelson Joaquim; HADDAD, Regina Célia. Estratigrafia do Grupo Surumu (Psu). **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (integrais), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A e NA.21-V-C (parciais)**. Escala 1:500.000. Estado do Amazonas. Brasília: CPRM, 1999.

REPETTO, Maxim. Agências e políticas indigenistas em Roraima. In: **Movimentos Indígenas e Conflitos Territoriais no Estado de Roraima**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2008

RIKER, Silvio Roberto Lopes; ARAÚJO, Roberto Vieira; REIS, Nelson Joaquim. Estratigrafia do Grupo Cauarane (Pc). **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (integrais), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A e NA.21-V-C (parciais)**. Escala 1:500.000. Estado do Amazonas. Brasília: CPRM, 1999.

ROBERTSON, Morgan; ROSSI, Jairus; SAYRE, Nathan; SIMON, Gregory; TADAKI, Marc; VAN DYKE, Christopher. Intervention: Critical physical geography. **The Canadian Geographer**, 2014.

RODRIGUES, Jovenildo Cardoso; RODRIGUES, Jondison Cardoso. Relação sociedade-natureza no pensamento geográfico: reflexões epistemológicas. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 27, 2014.

RODRIGUEZ, Ana Cristina Machado. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados na análise da legislação ambiental no município de São Sebastião (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROMERO, Hugo; PAIVA, Júlio César; OPAZO, Dustyn. Geografia física crítica, topoclimatologia andina e o extrativismo mineiro no Salar de Atacama. **Revista Brasileira de Climatologia**. Edição Especial, XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2019.

ROSA, Roberto. Análise espacial em Geografia. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011.

SAATY, Thomas Lorie. **Multicriteria decision making - The analytical hierarchy process**, Pittsburg: RWS Publications, 1992.

SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, A. S. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 229-267.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Da climatologia geográfica à geografia do clima gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, n. 04, 2017.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.8, p.45-60, 2011.

SANTIAGO, Izis Thelma Araújo. **A geografia física crítica como estratégia pedagógica pra a inclusão escolar**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociência, 2021.

SANTOS, Éder Pereira; PIROLI, Edson Luís. **Deteção de mudanças no uso e cobertura da terra utilizando Land Change Modeler: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema, SP, Brasil**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, 2015.

SANTOS, Humberto Gonçalves; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antônio; ARAÚJO FILHO, José Coelho; OLIVEIRA, João Bertoldo; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira Cunha. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição, revista e ampliada. Brasília-DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4ª ed., 10ª reimpressão. São Paulo: Edusp, 2020.

SEABRA, Vinícius da Silva; CRUZ, Carla Madureira. **Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São João, RJ**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 25 (2): 411-426, mai/ago/2013.

SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Roraima. **Informações Socioeconômicas do município de Boa Vista**. Boa Vista: DIEP, 2014

SEPLAN - Secretaria de Planejamento do Estado de Roraima. Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE/RR). **Estudos temáticos do diagnóstico socioeconômico**. Boa Vista: SEPLAN, 2017

SERPA, Ângelo. O trabalho de campo em Geografia: uma abordagem teórico-metodológica. **Boletim Paulista de Geografia**. n. 84, 2006.

SILVA NETO, João Cândido André da. **Zoneamento ambiental como subsídio para o ordenamento do território da bacia hidrográfica do rio Salobra, Serra da Bodoquena – MS**. 2013 a. 291f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SILVA, Alexandre Marco da; SCHULZ, Harry Edmar; CAMARGO, Plínio Barbosa de. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos, Editora RiMa, p. 140.

SILVA, Alzenir; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros. Relação sociedade-natureza: (re)aproximações das geográficas física e humana. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 2, 2009.

SILVA, Danielle Alves; NASCIMENTO, Franzmiller Almeida; SILVA, Luciana Diniz; BESERRA NETA, Luiza Câmara; TAVARES JUNIOR, Stélio Soares. Características geomorfológicas e a atuação antrópica na formação da atual paisagem em Boa Vista, Bonfim e Pacaraima. **Revista Acta Geográfica**, Ano 3, N°6, 2009.

SILVA, Danielle Alves; SANDER, Carlos.; ARAUJO JUNIOR, Antônio Carlos Ribeiro.; WANKLER, Fábio Luiz. Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista - RR nos anos de 1910 a 2014. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 9, p. 35-49, 2015.

SMIDERLE, Oscar José. **Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2019.

SMITH, Neil. **Desenvolvimento Desigual**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOUZA, Lucas Barbosa; LIMA, Péricles Souza; SANTOS, Simoni Rodrigues. Da teoria dos geossistemas à geografia física crítica: o que há de novo na busca por abordagens integradoras na ciência geográfica?. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 14, n. 1, p. 122-136, 2020. ISSN: 1982-3878

SOUZA, Marcelo Lopes. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

SOUZA, Marcelo Lopes. Articulando ambiente, território e lugar: A luta por justiça ambiental e suas lições para a epistemologia e a teoria geográficas. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 1, p. 16, 2020.

SOUZA, Marcelo Lopes. Consiliência ou bipolarização epistemológica? sobre o persistente fosso entre as ciências da natureza e as da sociedade – e o papel dos geógrafos. In: SPOSITO, Eliseu Savério; SILVA, Charlei Aparecido; SANT'ANNA NETO, João Lima; MELAZZO, Everaldo Ssantos. **A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação**. Rio de Janeiro: Consequência, 2016.

SOUZA, Marcelo Lopes. O enfoque da Geografia Ambiental como Aufhebung: Rejeitando o dualismo, abraçando a dialética. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 3, n. 1, p. 09–82, 2021.

SOUZA, Marcelo Lopes. **O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento**. In: CASTRO, Iná Elias; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. Geografia: conceitos e temas. 18ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p. 77-116.

SOUZA, Marcelo Lopes. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 2, 2018.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. **Scripta Nova**, Barcelona, n. 93, jul., 2001.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Meio, ambiente e geografia**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2021.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Territórios da natureza: apropriação e extinção no Brasil. **GEOUSP**, v. 27, n. 2, 2023.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; DE PAULA, Cristiano Quaresma. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **Ambientes**. V. 1, N. 1, 2019.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**. n. 17, 2001.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; PAULA, Cristiano Quaresma. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 1, p. 79, 2019.

TRICART, Jean. **Écogéographie des espaces ruraux**. Paris: Nathan, 1994

TRICART, Jean. Premier essai sur la géomorphologie et la pensée marxiste. **La Pensée**, n° 47, pp. 67-72, 1953.

URBAN, Michael. In defense of crappy landscapes. In: LAVE, Rebecca; BIERMANN, Christine; LANE, Stuart. **Handbook of critical physical geography**. The Palgrave, 2018.

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **World Agricultural Outlook Board**. Disponível em: << <https://www.usda.gov/oce/commodity-markets/waob>>>. Acesso em 04 de outubro de 2023.

VALE JUNIOR, José Frutoso; SOUZA, Maria Ivonilde. Caracterização e distribuição dos solos das savanas de Roraima. In: BARBOSA, Reinaldo Imbrozio; XAUD, Haron Abraham Magalhães; COSTA, Jorge Manoel. **Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade, potencialidades agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005.

VALE JÚNIOR, José Frutuoso; SOUSA, Maria Ivonilde Leitão; NASCIMENTO, Pedro Paulo Ramos Ribeiro. **Solos e Ambientes em Roraima**. Roraima: CPRM, 2014.

VESENTINI, José William. **Ensaio de Geografia Crítica: história, epistemologia e (geo)política**. São Paulo: Plêiade, 2009.

VOSviewer - **Visualizing scientific landscapes**. 2023. Disponível em: <<  
<https://www.vosviewer.com/>>>. Acesso em 27 de setembro de 2023.

WANKLER, Fábio Luiz; SANDER, Carlos. **Relatório Executivo do Clima do Estado de Roraima para o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)**. Roraima: SEPLAN – Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento, 2019.

WESZ JUNIOR, Valdemar João. **O mercado da soja e as relações de troca entre produtores rurais e empresas no Sudeste de Mato Grosso (Brasil)**. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, 2014.