



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

HERLONS DOS SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS IMPACTOS DAS POLÍTICAS
PÚBLICAS NA DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO
MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS - PA**

PALMAS

2025

HERLONS DOS SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS IMPACTOS DAS POLÍTICAS
PÚBLICAS NA DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO
MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr Bruno Machado Carneiro

PALMAS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- N244a Nascimento, Herlons Dos Santos
Análise multitemporal dos impactos das políticas públicas na
dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paragominas -
PA / Herlons Dos Santos Nascimento. – Palmas, TO, 2025.
57 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.
- Orientador: Dr. Bruno Machado Carneiro
1. Desmatamento. 2. Geoprocessamento. 3. Mapbiomas. I.
Carneiro, Bruno Machado. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

HERLONS DOS SANTOS NASCIMENTO

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS IMPACTOS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NA DINÂMICA DE
USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônoma do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônoma.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2025

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Bruno Machado Carneiro
IFTO - Campus Palmas - TO.

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana
IFTO - Campus Palmas - TO.

Prof. Dr. Thômas Vieira Nunes
IFTO - Campus Palmas - TO.



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Machado Carneiro, Servidor**, em 15/12/2025, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana, Servidor**, em 15/12/2025, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thomas Vieira Nunes, Servidor**, em 15/12/2025, às 09:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3009897** e o código CRC **937F4FC0**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.025188/2025-05

SEI nº 3009897

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, a Deus, por me conceder força, sabedoria e serenidade ao longo de toda esta caminhada.

À minha família, que é meu maior alicerce. Ao meu pai, Reginaldo, e à minha mãe, Ana Maria, por serem exemplos de dedicação, coragem e amor incondicional. Tudo o que conquisto carrega um pouco de vocês. Ao meu irmão Hiury, pela parceria, apoio silencioso e por sempre acreditar no meu potencial.

Um agradecimento especial, cheio de carinho e significado, à minha esposa Carla Leite, companheira de todas as horas, que esteve comigo nos dias bons e, principalmente, nos difíceis. Obrigado por cada palavra de apoio, cada gesto de cuidado e por não soltar minha mão quando eu mais precisei.

E à minha filha, Liz Leite, sua presença iluminou meus dias, me deu forças quando o cansaço parecia maior que a vontade e me lembrou, com sua doçura, do verdadeiro sentido de tudo isso.

Agradeço à minha sogra, Angelina Leite, pelas orações diárias, que sempre me fortaleceram e me acompanharam nesta caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Bruno Machado Carneiro, pela paciência, pelas orientações firmes e pelo compromisso com minha formação acadêmica.

Agradeço também aos demais professores do Campus Palmas, que contribuíram para minha formação com dedicação, conhecimento e humanidade. Cada disciplina, cada conversa e cada ensinamento deixaram marcas importantes na minha construção pessoal e profissional.

Aos amigos, colegas e a todas as pessoas que contribuíram, mesmo que de maneira simples, com uma palavra, um incentivo ou um gesto de apoio, minha sincera gratidão.

Este trabalho é fruto de muitas mãos e muitos corações que caminharam ao meu lado. Obrigado a todos vocês.

RESUMO

Este trabalho analisou as mudanças no uso e cobertura do solo no município de Paragominas (PA) entre 1985 e 2024, utilizando dados do MapBiomass, INPE e técnicas de geoprocessamento. Foi observado uma redução contínua da formação florestal e expansão das pastagens até os anos 2000, seguida pelo avanço acelerado da agricultura mecanizada, especialmente da cultura da soja. A Operação Arco de Fogo (2008) e o Decreto 6.321/2007 marcaram uma mudança na dinâmica territorial, reduzindo o desmatamento e forçando a reestruturação produtiva. Com o Programa Municípios Verdes e a ampliação do CAR, Paragominas consolidou um novo modelo de governança ambiental e tornou-se polo do agronegócio regional. Os resultados demonstram a forte influência das políticas públicas na reorganização econômica e espacial do município.

Palavras-Chave: Uso e cobertura da terra. Desmatamento. Geoprocessamento. Mapbiomas. Políticas ambientais.

ABSTRACT

This study analyzed changes in land use and land cover in the municipality of Paragominas (PA) between 1985 and 2024, using data from MapBiomass, INPE, and geoprocessing techniques. A continuous reduction in forest cover and expansion of pastures was observed until the 2000s, followed by the accelerated advance of mechanized agriculture, especially soybean cultivation. Operation Arco de Fogo (2008) and Decree 6.321/2007 marked a change in territorial dynamics, reducing deforestation and forcing productive restructuring. With the Green Municipalities Program and the expansion of the CAR (Rural Environmental Registry), Paragominas consolidated a new model of environmental governance and became a regional agribusiness hub. The results demonstrate the strong influence of public policies on the economic and spatial reorganization of the municipality.

Keywords: Land use and land cover. Deforestation. Geoprocessing; MapBiomass. Environmental policies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
2 JUSTIFICATIVA	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 SENSORIAMENTO REMOTO E SIG.....	13
3.2 INICIATIVA MAPBIOMAS.....	14
3.3 DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA	15
3.4 POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS	16
3.4.1 Evolução do Código Florestal, decretos e Mp's	16
3.4.2 Decreto 6.321/2007 e municípios prioritários.....	18
3.4.3 Operação Arco de Fogo	18
3.4.4 Programa Municípios Verdes – PMV	19
3.4.5 Cadastro Ambiental Rural (CAR)	20
3.5 CONTEXTO TERRITORIAL DO PARÁ.....	21
3.6 MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS (PA)	21
3.6.1 Histórico de formação do município.....	21
3.6.2 Transformações produtivas, impactos ambientais e reorganização territorial em Paragominas	22
3.6.3 Infraestrutura viária e desmatamento	25
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	27
4.2 ÁREA DE ESTUDO	27
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
4.3.1 Caracterização Física do município	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 RODOVIAS E DESMATAMENTO	36
5.1.1 BR-010, PA-125 e PA-256 como eixos de expansão	36

5.1.2 Estradas não oficiais (96,5% da malha).....	36
5.1.3 Correlação espacial entre vias e desmate	37
5.2 EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (1985 – 2024)	37
5.2.1 Formação florestal	39
5.2.2 Pastagem.....	40
5.2.3 Soja.....	40
5.3 SÍNTESE INTERPRETATIVA DA AÇÃO ESTATAL E DOS RESULTADOS TERRITORIAIS	42
5.4 ESTRUTURA FUNDIÁRIA E CICLOS PRODUTIVOS	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – TABELA DE QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES (FORMAÇÃO FLORESTAL, PASTAGEM E SOJA).....	56

1 INTRODUÇÃO

Entre 1985 e 2017, o Brasil perdeu aproximadamente 71 milhões de hectares de vegetação nativa, sobretudo devido à expansão da pecuária extensiva e das atividades agrícolas, processo particularmente intenso nos biomas Amazônia e Cerrado (SOUZA, 2020). Na Amazônia, o INPE registra, desde a década de 1990, taxas anuais próximas a 17 mil km² de desmatamento (INPE, 2023), revelando a persistência de pressões antrópicas sobre o bioma. Esse cenário nacional também se reflete no município de Paragominas, no sudeste do Pará, cuja trajetória histórica foi marcada pela exploração madeireira e por transformações produtivas que resultaram em intensas mudanças no uso e cobertura da terra, expressas no modelo “boom-colapso” (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005).

A relevância desse contexto torna evidente a necessidade de compreender como diferentes ciclos econômicos e processos de ocupação territorial moldaram a organização espacial do município ao longo das últimas décadas. O uso do solo refere-se a todas as atividades que são exercidas pelo homem nessa superfície com o intuito de extrair os recursos, produtos e benefícios (IBGE, 2006). Este estudo permite identificar padrões de expansão agropecuária, substituição de vegetação nativa e reconfigurações produtivas que influenciaram simultaneamente o ambiente e a dinâmica socioeconômica local.

Nesse sentido, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento têm se mostrado fundamentais para análises temporais e espaciais, permitindo quantificar transformações e relacioná-las a momentos históricos específicos (CUNHA, 2012). Essa abordagem é particularmente relevante para Paragominas, cuja evolução territorial passou por ciclos sucessivos de exploração madeireira, expansão da pecuária e avanço da agricultura mecanizada.

Diante disso, este trabalho investiga as transformações no uso e cobertura da terra em Paragominas-PA entre 1985 e 2024, relacionando-as às dinâmicas econômicas e às ações que influenciaram sua organização espacial.

Para isso, o estudo apresenta inicialmente os fundamentos teóricos que baseiam esta pesquisa, descreve os procedimentos metodológicos adotados, discute os resultados obtidos por meio das análises espaciais e, por fim, oferece considerações finais sobre os impactos observados e suas implicações para o planejamento municipal.

1.1 Problema

O município de Paragominas-PA apresenta uma trajetória singular de transformações socioeconômicas e ambientais, marcada inicialmente pela exploração intensiva da madeira, seguida pela pecuária e, mais recentemente, pela agricultura de grãos. Nesse contexto, a Operação Arco de Fogo, deflagrada em 2007, representou um marco decisivo ao restringir a atividade madeireira ilegal e impulsionar uma reestruturação produtiva, uma vez que diversas madeiras foram interditadas e multadas durante a operação (JORNAL DE BRASÍLIA, 2008). Como consequência, observou – se a perda de postos de trabalho e a necessidade de readaptação das famílias que dependiam da exploração florestal.

Diante disso, surge a seguinte questão: Quais foram as mudanças no uso e cobertura da terra em Paragominas - PA ao longo das últimas décadas, especialmente antes e depois do uso de políticas públicas, como a Operação Arco de Fogo, identificar os atores socioeconômicos e os respectivos vetores de mudança de uso da terra, comprovar a correlação ou não de abertura de vias e o avanço do desmatamento e associar quais atividades econômicas emergiam e moldavam esses vetores espaciais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar em escala multitemporal, a influência de políticas públicas na dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paragominas (PA).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a relação entre malha viária (oficial e não oficial) e desmatamento.
- Mapear as mudanças no uso e cobertura da terra no período 1985–2024.
- Quantificar as principais transições de uso (formação florestal, pastagem, soja).
- Avaliar a influência das políticas públicas (CF, MP 2.166-67/2001, Decreto 6.321/2007, Arco de Fogo, PMV).
- Relacionar ciclos produtivos e estrutura fundiária às dinâmicas territoriais observadas.

2 JUSTIFICATIVA

A análise das mudanças no uso e cobertura da terra em escala municipal é relevante porque permite compreender com precisão como o território de Paragominas tem sido transformado ao longo das últimas décadas, revelando processos como desmatamento, expansão da pecuária, avanço da agricultura mecanizada e regeneração de áreas nativas. Do ponto de vista ambiental, esse tipo de estudo identifica padrões espaciais e temporais de degradação e pressão antrópica, fornecendo informações essenciais para políticas de conservação, gestão dos recursos naturais e ordenamento territorial.

O tema é especialmente importante para gestores públicos, instituições ambientais, pesquisadores e para a população local que depende das atividades produtivas e dos serviços ecossistêmicos. Ao relacionar mudanças ambientais e socioeconômicas, o estudo contribui para compreender como ciclos produtivos como: exploração madeireira, pecuária e agricultura, que influenciaram a economia, a estrutura fundiária e a dinâmica laboral do município.

A pesquisa também preenche uma lacuna ao oferecer uma análise integrada, em escala municipal, apoiada em séries históricas e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, como as do MapBiomas. Apesar de amplamente utilizadas na ciência, essas abordagens ainda são pouco aplicadas de forma detalhada ao contexto de Paragominas, o que reforça a contribuição do trabalho para o conhecimento científico, para o planejamento local e para o fortalecimento de práticas sustentáveis no município.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sensoriamento remoto e SIG

O geoprocessamento constitui um conjunto de técnicas e ferramentas voltadas à coleta, análise e representação de informações espaciais, possibilitando a elaboração de mapas e produtos cartográficos de forma precisa e sistematizada. De acordo com Fantin e Vizioli (2021), essa tecnologia tem ampliado o acesso à informação geográfica, favorecendo o planejamento territorial e a tomada de decisão por meio da integração entre dados, conhecimento técnico e participação social. Além disso, o uso de sistemas digitais permite visualizar problemas socioambientais e subsidiar debates sobre o ordenamento territorial em diferentes escalas.

Por meio do uso de imagens de satélite obtidas em diferentes períodos de uma mesma área terrestre e com o apoio das ferramentas computacionais presentes nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), torna-se possível realizar comparações que consideram a variação temporal dos dados coletados. Essa aplicação do sensoriamento remoto, voltada à análise de fenômenos que ocorrem ao longo do tempo é denominada Detecção de Mudanças no Uso e Cobertura da Terra, também conhecida como Avaliação Temporal (ECKHARDT, SILVEIRA, REMPEL, 2013).

A partir da aplicação da detecção de mudanças no uso e cobertura da terra, é possível identificar transformações espaciais e temporais que ocorrem em determinada região. De modo geral, as classes de uso e cobertura da terra são mapeadas, caracterizadas e quantificadas, permitindo compreender não apenas a situação atual, mas também as alterações recentes e o histórico de ocupação da área estudada (SANTOS, 2004).

Entre as diferentes classes de uso e cobertura da terra, a vegetação se destaca como um importante indicador ambiental, devido à sua sensibilidade às transformações naturais e antrópicas da paisagem. Por reagir de forma rápida e

distinta às variações ambientais, a vegetação pode apresentar mudanças significativas em curtos períodos e pequenas áreas. Dessa forma, sua análise permite compreender tanto as condições naturais do território quanto as interferências humanas sobre ele, possibilitando avaliar a qualidade ambiental de forma abrangente. A comparação de mapas de vegetação elaborados em diferentes períodos revela a direção, intensidade e velocidade das mudanças, contribuindo para a compreensão da dinâmica da paisagem e para a tomada de decisões voltadas à conservação e recuperação dos ecossistemas naturais (SANTOS, 2004).

Entre as principais aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) se destaca a elaboração de mapas temáticos, a análise espacial e a organização de bancos de dados geográficos, que permitem o armazenamento, integração, cruzamento e recuperação eficiente de informações espaciais, facilitando estudos ambientais e o planejamento territorial.

3.2 Iniciativa mapbiomas

A iniciativa Mapbiomas é uma estrutura colaborativa, formada por instituições públicas, privadas e organizações não governamentais, que tem como objetivo mapear e monitorar o uso e cobertura da terra no Brasil. A plataforma emprega imagens de satélite processadas por meio de técnicas de aprendizado de máquina e computação em nuvem, disponibilizando séries temporais anuais de dados geoespaciais de acesso livre. Os dados obtidos pela rede MapBiomas podem ser utilizados em diversas áreas, como na tomada de decisões, na formulação de políticas públicas, em pesquisas científicas de diferentes campos do conhecimento, além de servirem como suporte para professores, estudantes, organizações da sociedade civil e empresas. Nascido no Brasil, o MapBiomas atualmente está presente em 14 países, abrangendo toda a América do Sul e a Indonésia (MAPBIOMAS, 2025).

Os mapas anuais de cobertura e uso da terra do MapBiomas são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens de satélite da coleção Landsat,

que possui resolução espacial de 30 metros. Esse processo é realizado por meio de algoritmos de aprendizado de máquina (machine learning), que permitem identificar automaticamente os diferentes tipos de uso e cobertura do solo. Todo o processamento é feito na plataforma Google Earth Engine, que utiliza computação em nuvem, oferecendo alta capacidade de armazenamento e análise de grandes volumes de dados de forma eficiente e precisa (MAPBIOMAS).

Dessa forma, o presente estudo adotou os dados do MapBiomass como base principal para a análise multitemporal da dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paragominas, em virtude da confiabilidade metodológica da plataforma e da disponibilidade de séries temporais anuais com consistência espacial, que permitem uma avaliação precisa das transformações ocorridas ao longo do tempo.

3.3 Desmatamento na Amazônia

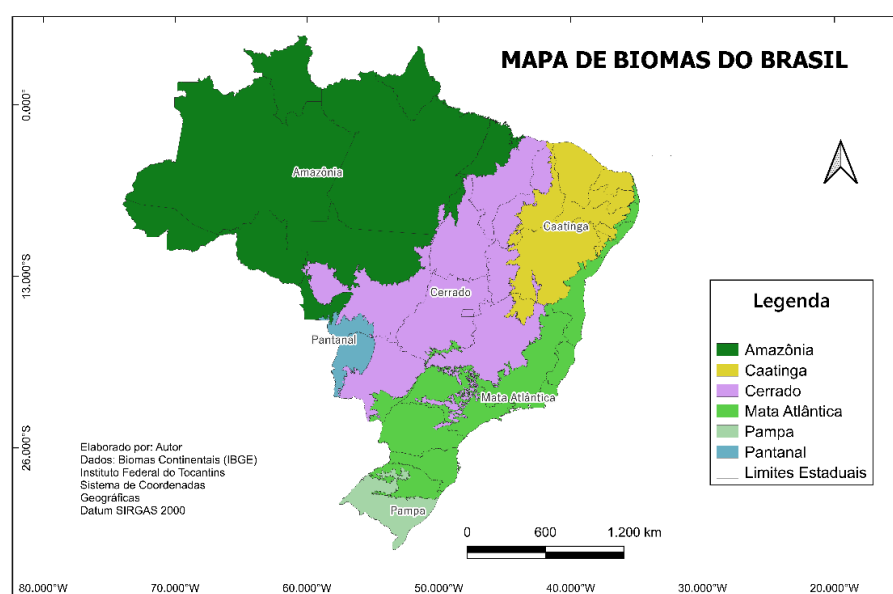
Até o final da década de 1960, a Floresta Amazônica permanecia amplamente preservada, passando a sofrer intensas transformações após os projetos de integração nacional e a construção da Transamazônica nos anos 1970. Desde a década de 1990, as taxas de desmatamento na Amazônia mantêm-se elevadas, variando conforme conjunturas econômicas e políticas. A pecuária extensiva é protagonista e o principal vetor desse processo, concentrando cerca de 70% das áreas desmatadas, influenciada também por especulação fundiária, incentivos fiscais e uso da abertura da terra para consolidar posse e valorizar propriedades (FEARNSIDE, 2005).

O avanço da fronteira agrícola brasileira em direção ao norte, sobre áreas ambientalmente frágeis da Amazônia, tem provocado desmatamento, queimadas e mudanças significativas no uso da terra, além de intensificar a concentração fundiária (DOMINGUES; BERMANN, 2012). Na região amazônica, esse processo está historicamente associado à expansão da pecuária extensiva e, mais recentemente, ao cultivo de grãos (CARVALHO et al., 2020). A

substituição de áreas do bioma por atividades agrícolas tem gerado crescente preocupação devido à perda acelerada de biodiversidade (DOMINGUES; BERMANN, 2012).

Segundo o Relatório Anual do Desmatamento no Brasil (RAD 2024), somente entre os anos de 2019 e 2024 foram registrados aproximadamente 4.847.710 hectares de área desmatada no bioma Amazônia, reforçando a forte pressão antrópica sobre este bioma, ilustrado na figura 1.

Figura 1 - Mapa dos Biomas do Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE.

3.4 Políticas Públicas Ambientais

3.4.1 Evolução do Código Florestal, decretos e MP's

O Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, instituiu o primeiro Código Florestal Brasileiro (CFB), estabelecendo limites ao direito de propriedade e classificando as florestas em protetoras, remanescentes, modelo e de

rendimento. Essa norma permitia o desmatamento total das áreas de florestas, desde que houvesse substituição das espécies nativas por outras, inclusive exóticas (BRASIL, 1934).

Em 1965, o decreto de 1934 foi revogado pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que criou uma nova versão do Código Florestal. Essa reformulação ampliou as políticas de proteção e conservação florestal, impondo restrições mais rigorosas ao uso e exploração do solo, das florestas e da vegetação nativa, anulando a antiga permissão de desmatamento total (BRASIL, 1965).

Com o passar dos anos, novas Medidas Provisórias (MPs) foram editadas com o objetivo de aprimorar a legislação ambiental. A MP nº 1.511, de 25 de julho de 1996, foi a primeira delas e ampliou as restrições ao desmatamento em áreas florestais, proibindo a conversão de florestas em áreas agrícolas na região Norte e na parte norte do Centro-Oeste, embora ainda não tenha alterado o percentual da Reserva Legal (BRASIL, 1996).

Posteriormente, a MP nº 2.080-58, de 27 de dezembro de 2000, reeditou a anterior e estabeleceu o percentual mínimo de 80% de RL para áreas de floresta na Amazônia Legal (BRASIL, 2000). Nesse intervalo, em 1998, foi promulgada a Lei nº 9.605 – Lei de Crimes Ambientais, que introduziu sanções penais e administrativas a atividades que causassem danos ao meio ambiente, fortalecendo a aplicação do Código Florestal (STJ, 2010).

Em 2001, uma nova reedição da legislação ambiental resultou na MP nº 2.166-67, que atualizou os conceitos e limites de Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essa medida definiu a RL como a área localizada dentro da propriedade rural, excluídas as APPs, destinada à conservação dos recursos naturais, manutenção dos processos ecológicos, proteção da biodiversidade e abrigo da fauna e flora nativas (BRASIL, 2001). Além disso, a MP determinou percentuais mínimos de RL conforme o tipo de vegetação e a localização da propriedade: 80% para áreas de floresta na Amazônia Legal, 35% para o Cerrado Amazônico e 20% para as demais formações vegetais e campos gerais (BRASIL, 2001).

3.4.2 Decreto 6.321/2007 e municípios prioritários

O Decreto nº 6.321/2007 criou uma listagem, dos municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia. De acordo com o artigo 2º desse decreto, cabe ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicar, anualmente, uma portaria com a relação dos municípios localizados no Bioma Amazônia que serão considerados prioritários para essas ações. A inclusão dos municípios na lista é definida com base na dinâmica recente do desmatamento, segundo critérios estabelecidos em Portarias do próprio Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007).

O município de Paragominas figurava entre os incluídos na lista de municípios prioritários para o controle do desmatamento. Como consequência, dois meses após sua inclusão, o Governo Federal intensificou as ações de fiscalização ambiental e implementou medidas rigorosas, como a suspensão de novos licenciamentos ambientais e o bloqueio de financiamentos por instituições financeiras públicas. Além disso, foi desencadeada a Operação Arco de Fogo, conduzida pela Polícia Federal (PF) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com o objetivo de coibir atividades ilegais de desmatamento e exploração madeireira na região (PIEADDE, JESUS, BORGES, 2019).

3.4.3 Operação Arco de Fogo

A normativa nº 6.321/2007 forneceu respaldo jurídico para a intensificação de ações integradas voltadas ao controle e à redução do desmatamento na Amazônia Legal. Nesse contexto, destacou-se a Operação Arco de Fogo, uma iniciativa de caráter emergencial e repressivo conduzida pela Polícia Federal em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a Força Nacional de Segurança e as Polícias Estaduais. A operação combinou ações de inteligência, fiscalização em campo e repressão direta a atividades ilegais, visando desarticular redes de exploração madeireira,

fechar serrarias irregulares e interromper cadeias logísticas associadas ao desmatamento ilegal (BRASIL, 2007).

Além do caráter policial e fiscalizador, a Arco de Fogo foi acompanhada por medidas estruturantes implementadas para fortalecer a governança ambiental em nível municipal. Entre essas medidas, se destaca: a restrição ao crédito rural para produtores irregulares; a responsabilização solidária da cadeia produtiva pelos danos ambientais; o estímulo à regularização ambiental; e a elaboração e divulgação de listas públicas de infratores e dos municípios com maiores índices de desmatamento, mecanismo que passou a influenciar o acesso a políticas federais e a atrair maior fiscalização (IMAZON, 2011). Essas ações buscavam induzir mudanças duradouras na dinâmica territorial, reduzindo a pressão sobre a vegetação nativa e estimulando práticas produtivas mais sustentáveis.

3.4.4 Programa Municípios Verdes – PMV

As ações implementadas pelo Governo Federal geraram um forte impacto econômico e social em Paragominas. Diante dessa situação, o poder público municipal uniu esforços com os setores produtivos e lideranças comunitárias, resultando na elaboração e assinatura de um pacto pelo desmatamento zero, marco inicial de uma nova política ambiental local. A partir dessa iniciativa, foi criado o projeto “Paragominas Município Verde”, que fez do município o segundo do país a adotar o conceito de Município Verde. Em 2010, Paragominas tornou-se o primeiro município a ser retirado da lista dos que apresentavam os maiores índices de desmatamento, alcançando uma redução superior a 90% no desmatamento local se tornando referência nacional em desenvolvimento sustentável (MORAES, 2015).

O Programa Municípios Verdes (PMV), criado pelo governo do estado do Pará em 2011, teve como referência a experiência de Paragominas, que se destacou por adotar medidas de regularização ambiental após ser incluído na lista de municípios prioritários para o controle do desmatamento pelo Ministério

do Meio Ambiente e Mudança do Clima (FUNDO AMAZÔNIA, 2025). O programa fortaleceu a descentralização da gestão ambiental, incentivando o monitoramento local e a adesão a práticas sustentáveis de produção.

3.4.5 Código Florestal Brasileiro (CFB)

Instituído pela Lei nº 12.651/2012 e regulamentado pela Instrução Normativa MMA nº 2, de 5 de maio de 2014, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) integra o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA). Sendo um registro público eletrônico de abrangência nacional, de caráter obrigatório para todos os imóveis rurais. Sua principal finalidade é reunir e organizar informações ambientais das propriedades e posses rurais, abrangendo Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas de uso restrito, Reservas Legais, remanescentes de vegetação nativa e áreas consolidadas. Essas informações compõem uma base de dados essencial para o controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, além de contribuir para o combate ao desmatamento (BRASIL, 2012).

A inscrição no CAR representa o primeiro passo para a regularização ambiental do imóvel rural. O registro abrange dados sobre o proprietário, possuidor ou responsável direto pela área, os documentos que comprovam a propriedade ou posse, bem como informações georreferenciadas do perímetro do imóvel. Também inclui a delimitação das áreas de interesse social e de utilidade pública, com a localização dos remanescentes de vegetação nativa, APPs, áreas de uso restrito, áreas consolidadas e Reservas Legais. (BRASIL, 2025).

De acordo com dados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), o estado do Pará conta com 358.606 imóveis rurais registrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

3.5 Contexto Territorial do Pará

O estado do Pará, criado em 1823, possui 1.245.828,829 km² (IBGE, 2024) e apresenta predominância de latossolos e argissolos, que ocupam cerca de 80,55% de sua área (EMBRAPA). Apesar de registrar uma redução de 40% no desmatamento entre 2023 e 2024, o estado permaneceu como o mais desmatado da Amazônia, totalizando 1.556,68 km² (CENSIPAM).

A principal hipótese explicativa para o desmatamento na Amazônia paraense aponta o avanço da fronteira agropecuária como fator central, relacionado ao crescimento econômico, à expansão do rebanho bovino, à concentração fundiária, à especulação imobiliária e ao crédito rural, sendo a pecuária extensiva o maior vetor de derrubada florestal (CARVALHO et al.). Para Carvalho (2012), o desmatamento está vinculado ao processo histórico de ocupação territorial, influenciado pelas atividades agrícolas, pecuárias, madeireiras, mineradoras e pela agricultura itinerante.

O modelo de desenvolvimento adotado para o Pará se firmou na expansão da fronteira amazônica, o que gerou conflitos sociais, econômicos, territoriais e ambientais, além da intensificação do uso dos recursos naturais (CARVALHO, 2012). No contexto da fronteira econômica, políticas do regime militar — como a Operação Amazônia e a criação da Amazônia Legal, da SUDAM e do BASA — impulsionaram a expansão agropecuária e favoreceram a transição da pecuária tradicional para o agronegócio (CARVALHO, 2012).

3.6 Município de Paragominas (PA)

3.6.1 Histórico de formação do município

O município de Paragominas, localizado no Estado do Pará, iniciou o processo de ocupação em 1950, sendo seu fundador Célio Resende de Miranda.

A área escolhida situava-se entre os rios Capim e Gurupi. Célio Miranda elaborou um projeto entregue ao então presidente Juscelino Kubitschek, que o encaminhou ao governador do estado, Magalhães Barata, resultando na fundação da área correspondente ao atual município de Paragominas. Os primeiros habitantes chegaram atraídos pelas notícias sobre as terras férteis e as riquezas locais (MORAES, 2015).

O município de Paragominas conquistou sua autonomia administrativa em 1965, por meio da Lei nº 3.235, de 4 de janeiro, tendo como primeiro gestor Amílcar Batista Tocantins. O nome “Paragominas” foi gerado pela combinação das iniciais dos estados do Pará, Goiás e Minas Gerais.

Nas décadas de 1960 e 1970, a abertura de rodovias, os projetos de colonização, os incentivos fiscais e outras políticas de integração da Amazônia ao restante do país impulsionaram uma intensa migração populacional para a região Norte (PINTO et al., 2009).

3.6.2 Transformações produtivas, impactos ambientais e reorganização territorial em Paragominas

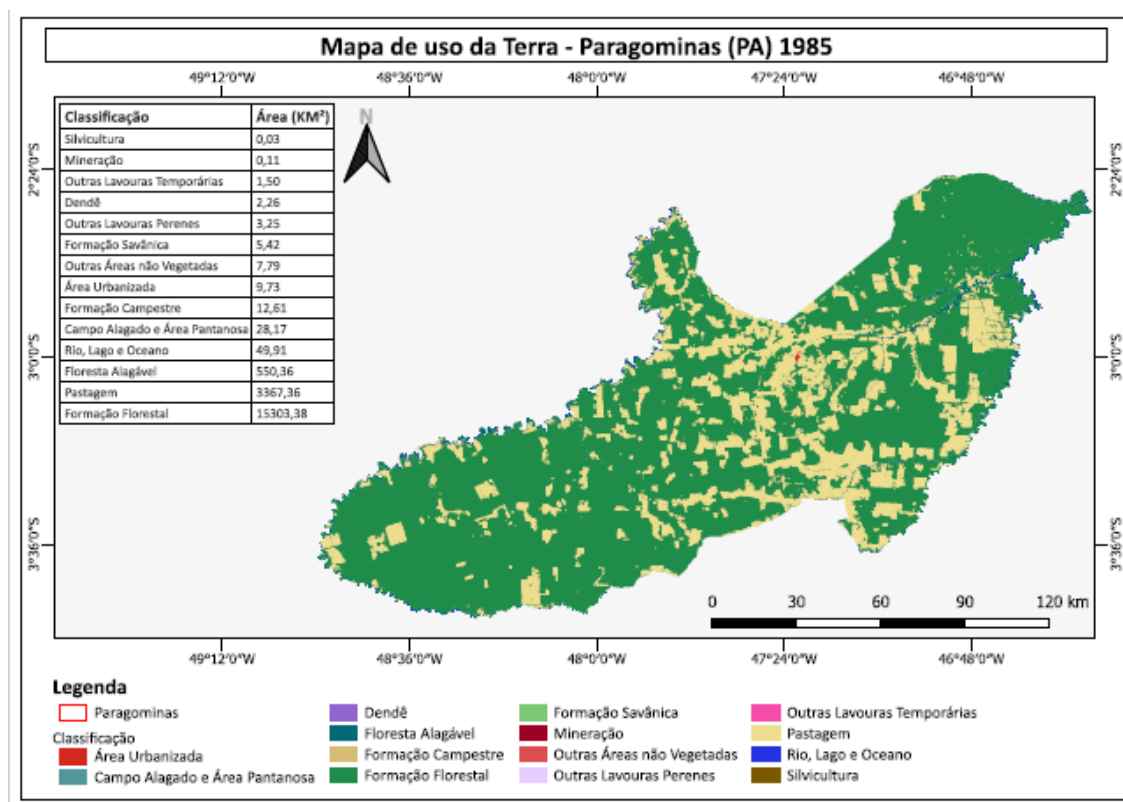
O município de Paragominas, localizado no sudeste do Pará, passou por profundas transformações socioeconômicas ao longo das últimas décadas, decorrentes de mudanças no uso e cobertura da terra associadas a atividades produtivas e políticas ambientais. Historicamente, sua economia foi fortemente ancorada na exploração madeireira, responsável por expressivos índices de desmatamento e pela inserção da região em um contexto de degradação ambiental. Esse modelo inicial de crescimento acelerado, seguido por declínio econômico e social, é caracterizado como “boom-colapso” (LENTINI; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2005). Além da madeira, entre as décadas de 1980 e 1990 foi um importante polo pecuário e madeireiro da Amazônia, chegando a liderar a produção de gado bovino no Pará entre 1983 e 1992. Em 1990, Paragominas destacava-se como o principal polo madeireiro nacional (VERÍSSIMO, 1992). Esse dinamismo foi impulsionado por fatores como sua

localização estratégica às margens da rodovia Belém–Brasília, políticas governamentais de ocupação territorial e acesso facilitado a crédito e terras, somados à ampla disponibilidade de recursos naturais, especialmente madeira e minério (PINTO, 2009).

Em 2008, o município foi incluído na lista federal de áreas críticas do desmatamento elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente, tornando-se alvo de medidas rigorosas de controle, como suspensão de licenciamentos, restrições ao crédito e intensificação das operações de fiscalização. A Operação Arco de Fogo, conduzida pela Polícia Federal e pelo Ibama, resultou em apreensões significativas de madeira, destruição de fornos clandestinos e aplicação de aproximadamente R\$ 20,9 milhões em multas, provocando forte impacto econômico e social (PIEIDADE, 2019). Diante da crise, a administração municipal articulou-se com o setor produtivo e, com apoio do IMAZON, implementou sistemas de monitoramento mensal do desmatamento (MORAES, 2015). Dessa mobilização surgiu o pacto pelo desmatamento zero e, posteriormente, o projeto “Paragominas Município Verde”, tornando o município referência nacional em governança ambiental e o primeiro a sair da lista de áreas críticas após reduzir em mais de 90% o desmatamento (MORAES, 2015).

A partir de então, observou-se uma reestruturação produtiva marcada pela expansão da agricultura de grãos, com destaque para a soja. Entre as vinte e duas microrregiões produtoras do Pará, Paragominas consolidou-se como a principal produtora e maior exportadora, movimentando cerca de 458 milhões de dólares em 2017 e respondendo por aproximadamente 65% da produção estadual (SIDRA/IBGE, 2019). Apesar da relevância econômica do setor agropecuário, sua expansão trouxe preocupações ambientais associadas ao uso intensivo da terra, como erosão, compactação do solo, alteração do ciclo hidrológico e perda de qualidade ambiental, reforçando a necessidade de conciliar produção e conservação dos recursos naturais (SAMBUICHI et al., 2012). O mapa a seguir (figura 2) destaca as principais classes que predominavam o início da ocupação do município.

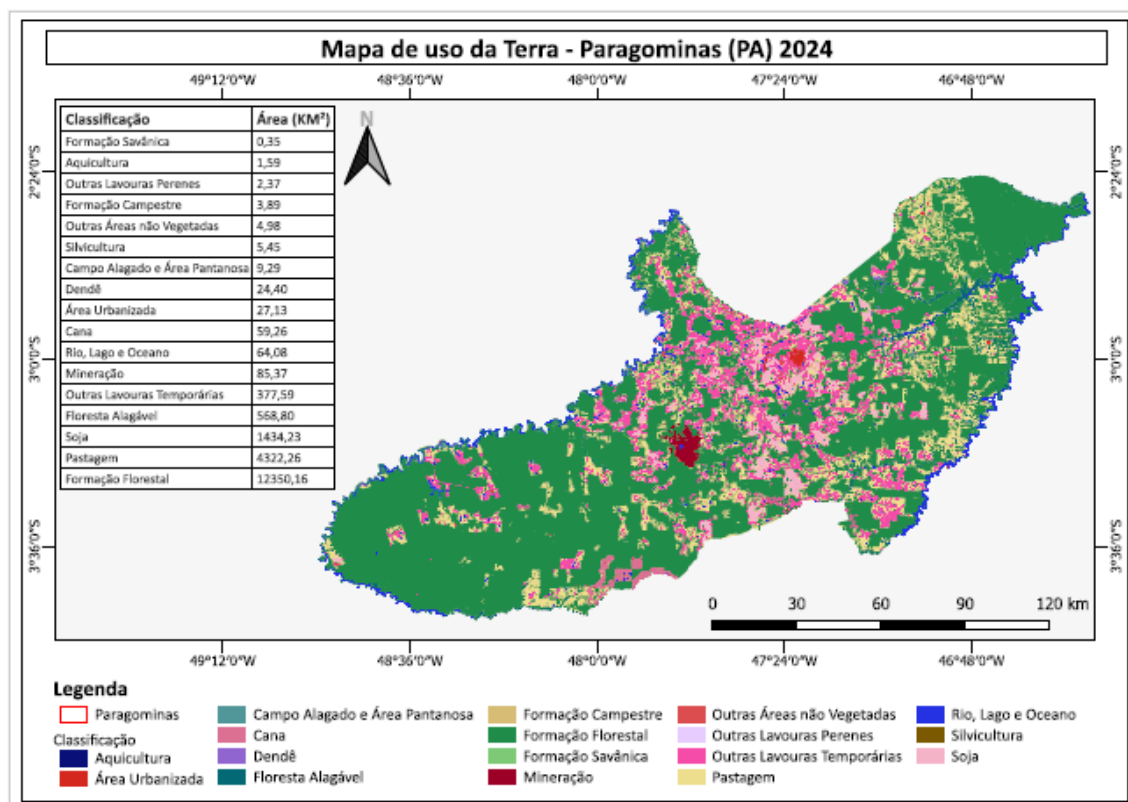
Figura 2 - Mapa de uso e cobertura da terra de Paragominas em 1985, destacando o predomínio das classes florestais.



Fonte Elaborado pelo autor, a partir de dados do Mapbiomas.

Em 2023, o município de Paragominas registrou o maior percentual estadual de exportações de produtos agropecuários, atingindo 21,5% do total do Pará. O desempenho representa um crescimento de 48,8% em relação ao ano anterior, evidenciando a consolidação do município como um dos principais polos do agronegócio paraense (AGÊNCIA PARÁ, 2025), como demonstrado no mapa a seguir:

Figura 3 - Mapa de uso e cobertura da terra de Paragominas em 2024, destacando a mudança na estrutura produtiva com o avanço do cultivo de grãos especialmente a Soja.



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do Mapbiomas.

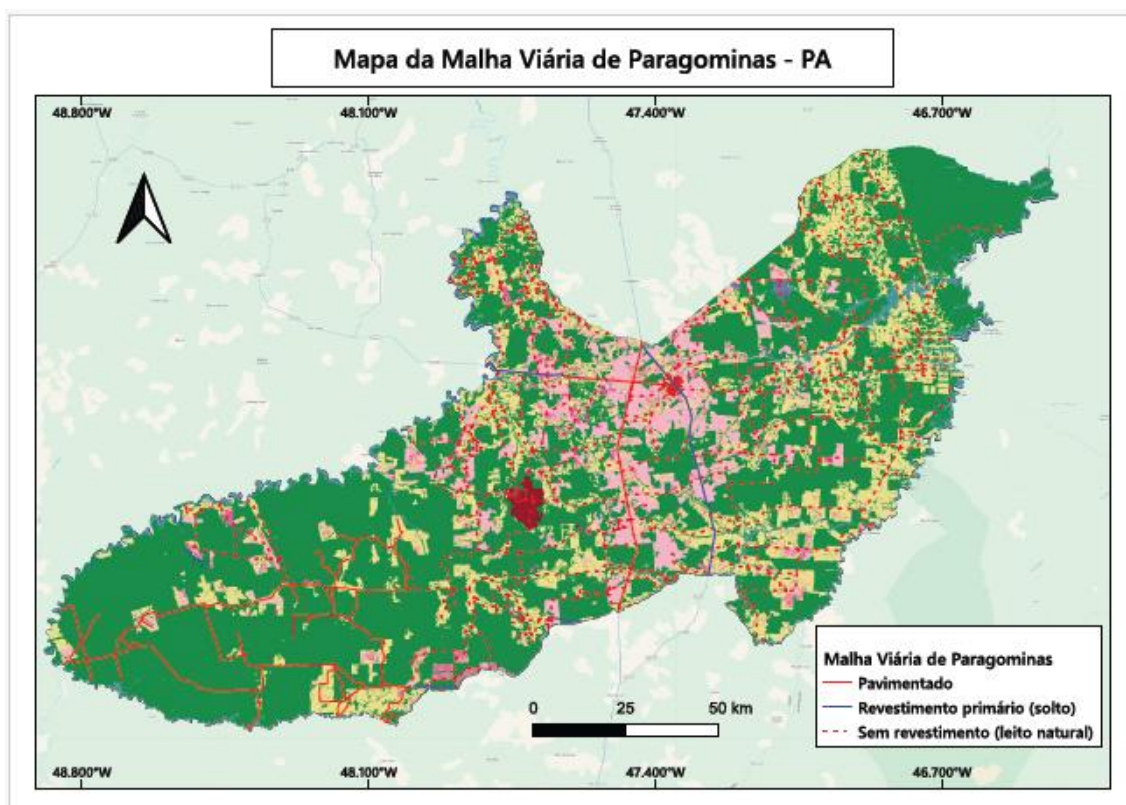
3.6.3 Infraestrutura viária e desmatamento

O município de Paragominas é cortado por três rodovias oficiais: a BR-010, conhecida como rodovia Belém-Brasília, a PA-125 e a PA-256. A BR-010 e a PA-125 atravessam o município na direção norte-sul, sendo que a PA-125 tem início próximo a Ipixuna e se conecta novamente à BR-010 em Ulianópolis. Já a PA-256 percorre parte do norte do município no sentido Leste-Oeste, estabelecendo ligação com o município de Tomé-Açu (PINTO,2009). Essa infraestrutura garante o acesso ao município e facilita o escoamento da produção, tornando Paragominas um importante ponto de passagem e

distribuição na rota de caminhoneiros provenientes de diversas regiões do país. (PARAGOMINAS, 2020).

A malha viária de Paragominas possui atualmente cerca de 5.588 quilômetros, sendo que apenas 197 quilômetros (3,5%) correspondem a estradas oficiais, como a BR-010, PA-125 e PA-256, enquanto os 5.391 quilômetros restantes (96,5%) são compostos por estradas não oficiais, que geralmente são abertas inicialmente por agentes privados, como madeireiros e pecuaristas, sem planejamento, e acabam sendo incorporadas posteriormente à infraestrutura viária do município (Souza, 2004), representados no mapa a seguir:

Figura 4 – Mapa da Malha viária de Paragominas



Fonte Elaborado pelo autor, a partir de dados da Semas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de pesquisa

Pesquisa quantitativa de caráter descritivo, desenvolvida a partir de dados referentes ao município de Paragominas (PA) nos anos de 1985 a 2024.

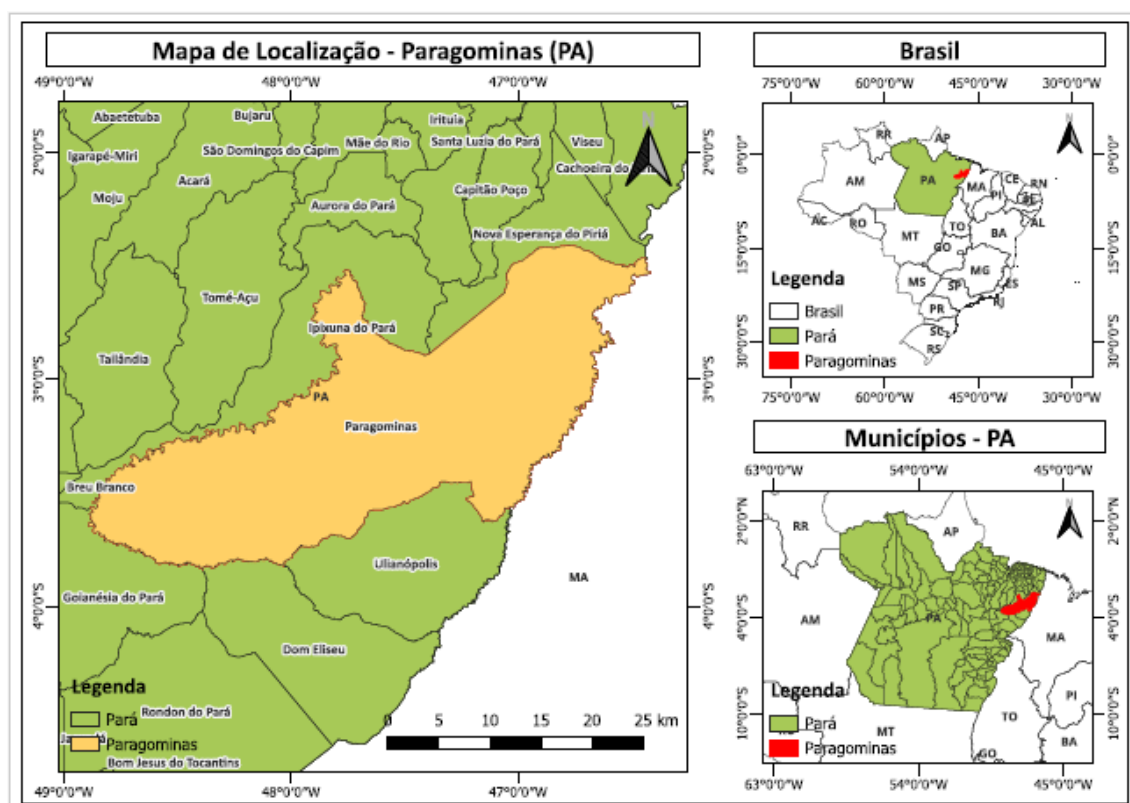
Segundo Gil (2008), a pesquisa quantitativa configura o emprego da quantificação tanto na coleta quanto no tratamento dos dados, o que garante maior precisão e confiabilidade aos resultados obtidos. Ainda conforme o autor, as pesquisas descritivas têm como finalidade primordial descrever características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis. Nesse sentido, o presente estudo busca descrever as transformações no uso e cobertura da terra em Paragominas ao longo do período analisado, relacionando-as com eventos históricos e políticas ambientais.

4.2 Área de estudo

O Município está localizado às margens da rodovia Belém-Brasília (BR 010), situado a 90 metros de altitude, Paragominas apresenta as coordenadas geográficas 2°59'42" S e 47°21'10" O (CIDADE BRASIL, 2025), possuindo uma área territorial de 19.342,565 km² (dado de 2024).

Segundo o último censo (2022), o município conta com 105.550 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 5,46 hab/km². A projeção para 2025 estima um crescimento populacional para 113.498 pessoas, evidenciando uma tendência de expansão constante, característica de municípios amazônicos com ampla extensão territorial e economia em desenvolvimento (IBGE, 2022).

Figura 5 – Mapa de Localização do Município de Paragominas



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE.

4.3 Procedimentos Metodológicos

Paralelamente a abordagem conceitual e jurídica, foram utilizados dados de uso e cobertura da terra da iniciativa MapBiomass, bem como o repositório de imagens e informações de desmatamento disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio da plataforma TerraBrasilis, que

fornece dados dos programas PRODES (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia) e DETER (Detecção do Desmatamento em Tempo Real).

As ferramentas utilizadas na pesquisa incluem o QGIS, empregado na delimitação da área de estudo e na elaboração dos mapas, e o Google Earth Engine (GEE), utilizado de forma complementar, que possibilita análises geoespaciais em escala global, integrando um vasto acervo de imagens de satélite com ferramentas de processamento em nuvem acessíveis a pesquisadores, profissionais e ao público em geral (GORELICK, 2017).

O conjunto de dados utilizados neste estudo foi obtido a partir da Iniciativa MapBiomas, acessada por meio da plataforma online de download de coleções anuais de uso e cobertura da terra. Realizou-se o download das séries históricas correspondentes ao período de 1985 a 2024, em formato raster, bem como arquivos vetoriais (shapefile).

A classificação das categorias de uso e cobertura da terra foi realizada com base na legenda oficial disponibilizada pela Iniciativa MapBiomas, considerando as classes presentes na série histórica de 1985 a 2024. Para este estudo, foram selecionadas as categorias mais representativas na dinâmica territorial do município, e as que mais representam as pressões antrópicas sobre o ambiente. Após a seleção das classes, procedeu-se à padronização das nomenclaturas e da simbologia, garantindo a uniformidade na representação cartográfica ao longo dos diferentes anos analisados. Essa padronização possibilitou identificar com maior precisão os processos de transformação do território, incluindo o desmatamento, a conversão de áreas nativas em pastagens e a expansão subsequente da agricultura mecanizada. As classes resultantes serviram como base para todas as etapas posteriores de análise espacial, permitindo a interpretação detalhada das transições de uso da terra no período estudado.

A elaboração dos mapas temáticos foi realizada utilizando o software QGIS, versão 3.40, adotado pela sua estabilidade e ferramentas avançadas de geoprocessamento. Para cada ano selecionado (1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024), foram produzidos mapas individuais contendo a

distribuição das classes de uso da terra no município, permitindo visualizar espacialmente as transições entre as categorias. As composições cartográficas seguiram padrões cartográficos adequados, incluindo escala, legenda, orientação e sistema de coordenadas.

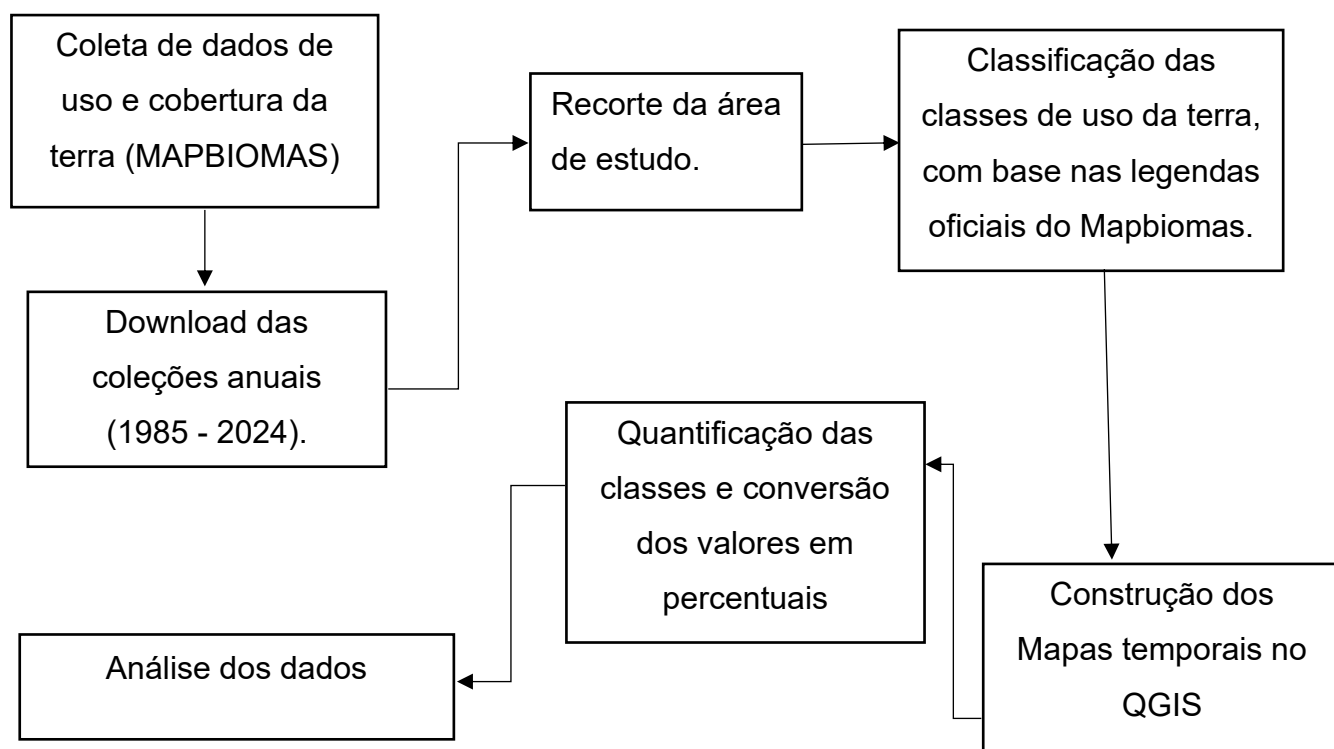
Após o processamento dos dados espaciais, os valores de área de cada classe foram extraídos por meio da ferramenta *r.report* do QGIS. Esses dados foram organizados em planilhas do Microsoft Excel, permitindo a sistematização dos valores anuais e a conversão dos resultados em hectares e percentuais. Em seguida, realizou-se a comparação do período de 5 anos e das transições entre classes, possibilitando identificar as principais mudanças, como redução da vegetação nativa, expansão de pastagens, avanço agrícola. A análise comparativa também permitiu quantificar o ritmo e a direção das mudanças ao longo da série histórica de quatro décadas.

A avaliação da relação entre as mudanças no uso e cobertura da terra e as políticas públicas foi realizada por meio da identificação e análise de marcos legais e ações institucionais que influenciaram diretamente a dinâmica territorial do município ao longo do período estudado. Inicialmente, foram compiladas as principais normativas ambientais vigentes entre 1985 e 2024, incluindo a Medida Provisória nº 2.166-67/2001, que redefiniu os percentuais de Reserva Legal nos imóveis rurais, e o Decreto nº 6.321/2007, responsável por estabelecer a lista de municípios prioritários para ações de prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal. Também foram considerados eventos relevantes, como a Operação Arco de Fogo, que intensificou a fiscalização ambiental a partir de 2008, e o conjunto de iniciativas que estruturaram o Programa Município Verde, voltado à redução do desmatamento e ao fortalecimento da governança ambiental em nível local.

Esses marcos foram confrontados com os resultados obtidos nas análises espaciais e estatísticas do uso da terra, permitindo avaliar se períodos específicos de queda, estabilização ou aumento do desmatamento, da conversão de vegetação nativa em pastagens ou da expansão agrícola coincidem com ações de comando e controle, políticas de incentivo ou mudanças estruturais na economia municipal. Dessa forma, a análise buscou não apenas identificar tendências temporais, mas também compreender em que medida

políticas públicas e mecanismos de fiscalização contribuíram para modificar a trajetória de ocupação territorial em Paragominas ao longo das últimas quatro décadas.

Figura 6 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos

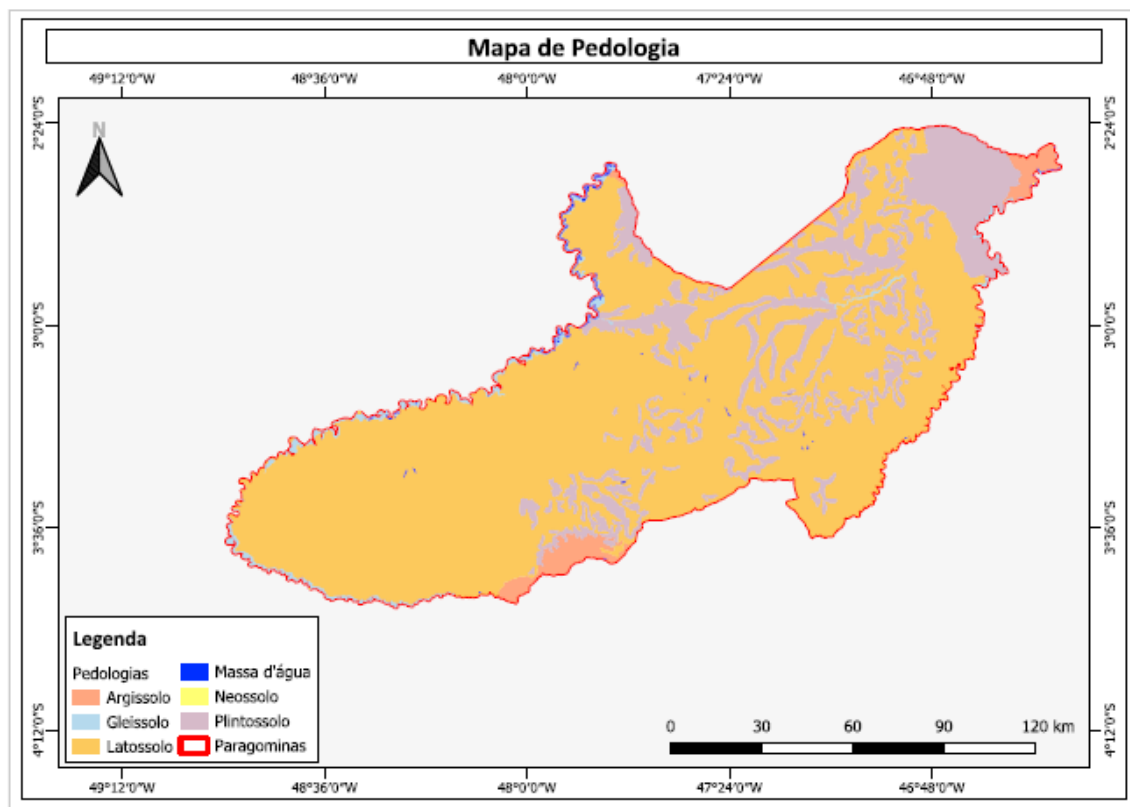


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.1 Caracterização Física do município

A grande maioria (95%) do solo de Paragominas é do tipo amarelo distrófico. Os solos do tipo latossolo amarelo possuem alto grau de intemperismo, são profundos, ácidos e ricos em alumínio (RODRIGUES, 2003). Outros tipos de solos são encontrados em proporção bem menor no município: gleissolo háplico (2,7%), argissolo amarelo (1,7%), neossolo fúlvico (0,7%) e o plintossolo háplico (0,3%) (PARAGOMINAS, 2020).

Figura 7 - Mapa de Pedologia do município de Paragominas - PA



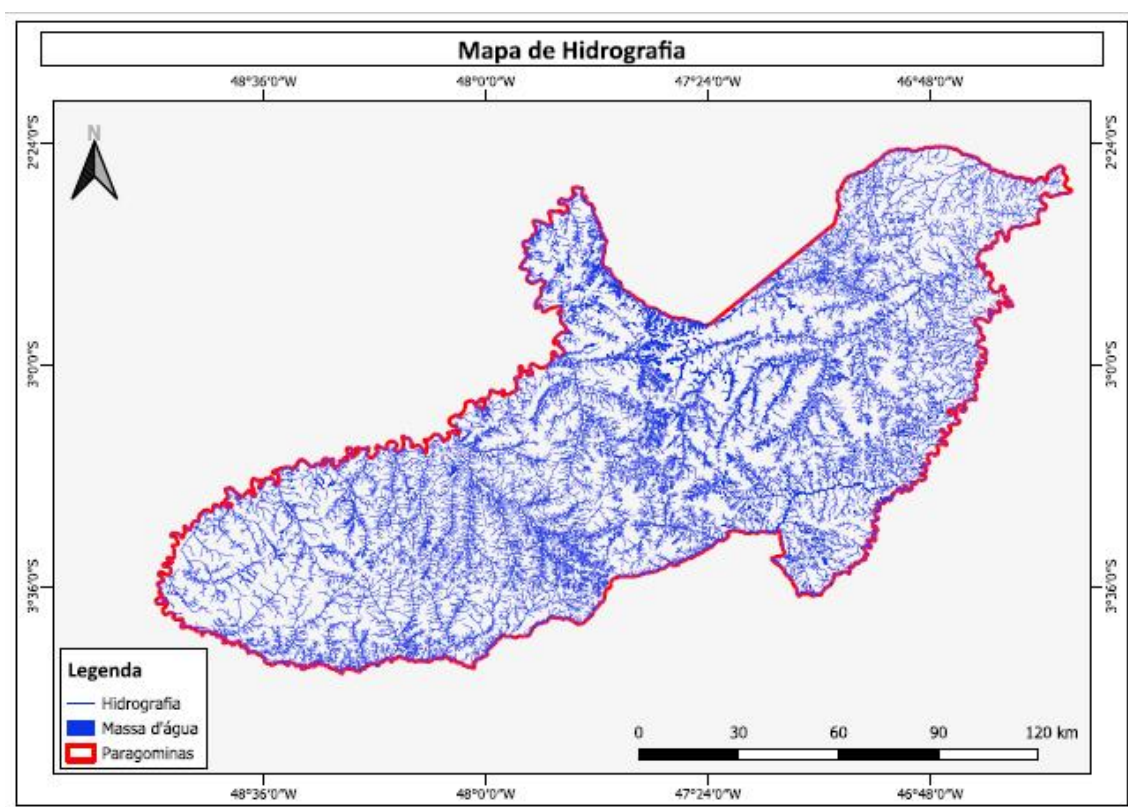
Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE.

A malha hidrográfica de Paragominas é bastante densa, distribuindo-se por toda a área territorial do município. É composta por duas bacias hidrográficas principais: a do rio Capim, que abrange aproximadamente 54% do território municipal, e a do rio Gurupi, responsável pelos 46% restantes.

A bacia do rio Capim é subdividida em seis sub-bacias, destacando-se os rios Surubiju, Camapi, Cauaxi, Jacamim, Paraquequara e Candiru-açu. Já a bacia do rio Gurupi também compreende seis sub-bacias, entre as quais se encontram os rios Uraim, Maritaca, Piriá, Croatá e Poraci-Paraná.

Os rios exercem importante função como limites naturais do município: o rio Gurupi demarca a fronteira de Paragominas com o estado do Maranhão, enquanto o rio Capim delimita a porção norte e oeste do território, fazendo divisa com o município de Ipixuna do Pará (PARAGOMINAS, 2020).

Figura 8 - Mapa da Hidrografia do Município de Paragominas - PA

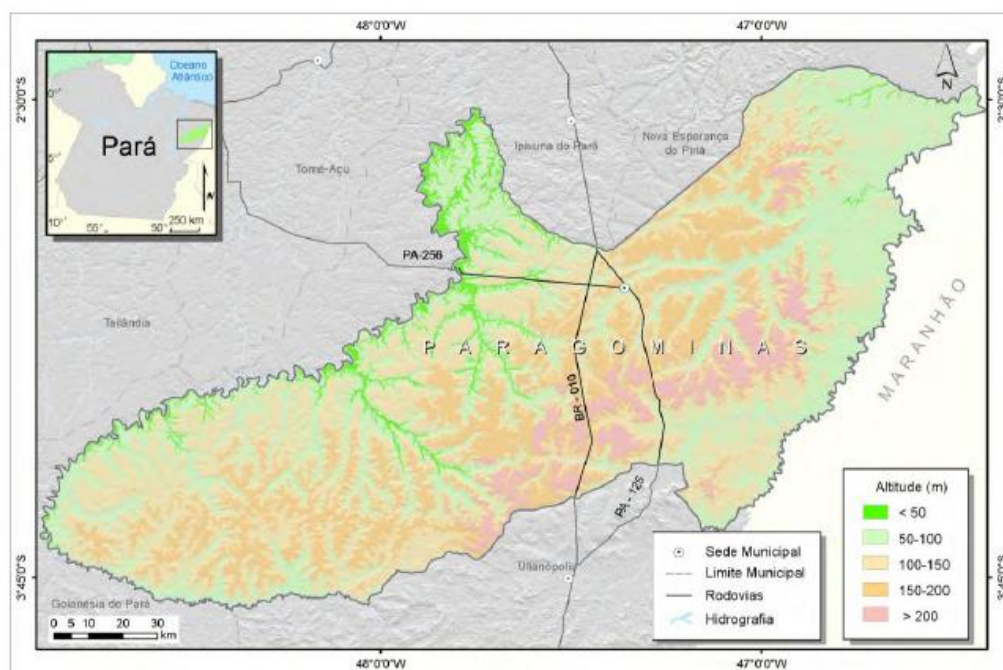


Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados da Semas.

A análise do município de Paragominas revela uma distribuição variada das altitudes ao longo de seu território. Grande parte da área municipal situa-se entre 100 e 150 metros de altitude, abrangendo principalmente regiões associadas à bacia do rio Capim. Altitudes entre 50 e 100 metros também ocupam uma parcela expressiva do município, incluindo a própria sede urbana, localizada a cerca de 90 metros acima do nível do mar. Essas porções mais baixas predominam no setor leste, sob influência da bacia do rio Gurupi, e acompanham o traçado de grande parte da rede hidrográfica.

As áreas com altitudes entre 150 e 200 metros aparecem distribuídas ao longo de uma faixa orientada no sentido leste-oeste, geralmente afastada dos principais cursos d'água. Já as altitudes acima de 200 metros são menos frequentes, sendo encontradas de forma mais pontual, em segmentos do centro-sul e sudeste do município.

Figura 9 - Mapa de declividade do Município de Paragominas - PA



Fonte: Ministério do exército (1986)

A figura 10 mostra que grande parte do território de Paragominas é composta pelos Grupos 1 e 2, que representam terras com boa e regular aptidão para lavouras. Essas áreas possuem condições edáficas e topográficas favoráveis, sendo tradicionalmente ocupadas por culturas de grãos e sistemas mecanizados, reforçando a vocação agrícola do município.

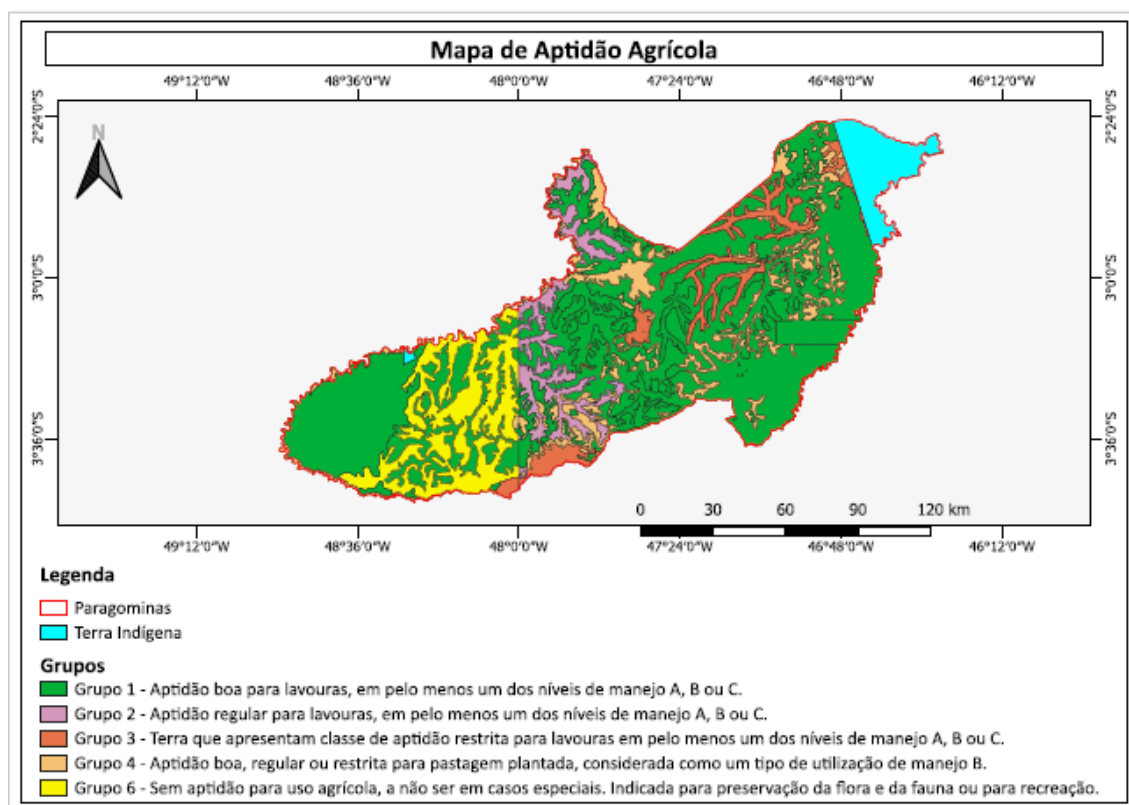
O Grupo 3, correspondente a terras com aptidão restrita para lavouras, aparece de forma fragmentada, sobretudo em zonas de transição de relevo ou sujeitas a limitações naturais, demandando maior manejo ou uso menos intensivo.

O Grupo 4, voltado à aptidão para pastagens, distribuem-se principalmente nas porções centro-norte e leste. Essas áreas apresentam limitações como declividade, baixa fertilidade ou restrições de drenagem, sendo mais adequadas à pecuária e refletindo padrões históricos de ocupação.

As áreas do Grupo 6, sem aptidão agrícola e prioritárias para conservação, concentram-se em setores associados à vegetação mais preservada e próximas às Terras Indígenas. Essas zonas são essenciais para a proteção ambiental e uso restrito.

A presença das Terras Indígenas destaca a necessidade de considerar aspectos socioculturais e ambientais, já que esses territórios não se destinam à expansão agrícola e constituem áreas de preservação e uso tradicional.

Figura 10 - Mapa de Aptidão Agrícola do Município de Paragominas - PA



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do Geoinfo (Embrapa).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rodovias e Desmatamento

5.1.1 BR-010, PA-125 e PA-256 como eixos de expansão

As rodovias BR-010, PA-125 e PA-256 configuram-se como os principais eixos estruturantes do território de Paragominas, exercendo papel determinante na dinâmica de ocupação e no uso da terra. A BR-010, ao integrar o município à capital Belém e às regiões do Centro-Oeste, consolidou-se historicamente como um importante vetor de entrada de migrantes, de escoamento da produção agropecuária e de implantação das primeiras serrarias e grandes propriedades rurais. As rodovias estaduais PA-125 e PA-256, por sua vez, atuam como ramificações desse eixo principal, viabilizando a expansão das atividades agropecuárias para áreas mais interiores do município. Nesse contexto, Fearnside (2005) já destacava que, a partir da década de 1970, especialmente com a abertura de vias de integração, as taxas de desmatamento aumentaram de forma significativa na região, evidenciando a estreita relação entre infraestrutura viária e avanço da fronteira agrícola.

5.1.2 Estradas não oficiais

Além das rodovias oficiais, Paragominas apresenta uma malha expressiva de estradas não oficiais, que representam cerca de 96,5% de todas as vias do município. Essas estradas secundárias, abertas principalmente por frentes de expansão agropecuária e madeireira, têm papel determinante na interiorização do desmatamento. Diferentemente das vias pavimentadas, as estradas não oficiais possuem traçado mais fragmentado, conectando fazendas, áreas de exploração florestal, assentamentos e zonas de expansão agrícola. A presença

dessas vias facilita o acesso a áreas remotas, reduz o custo de abertura de novas frentes de produção e aumenta a vulnerabilidade do território a atividades ilegais, como extração de madeira sem autorização e abertura de novas áreas de pasto sem licenciamento. Estes eixos de circulação passaram a influenciar consideravelmente o meio natural, relativo às novas formas de utilização dos recursos naturais, seja através da expansão da atividade agropecuária e na exploração mineral (SOARES-FILHO et al., 2005).

5.1.3 Correlação espacial entre vias e desmate

A análise espacial revela uma correlação direta entre a presença de vias (oficiais e não oficiais) e a ocorrência de desmatamento no município. As áreas com maior densidade de estradas concentram também os maiores polígonos de conversão florestal, demonstrando que o avanço da infraestrutura viária precede e condiciona a derrubada da vegetação nativa. O padrão observado indica que o desmatamento tende a seguir um modelo linear, expandindo-se a partir das margens das estradas e avançando gradualmente em direção ao interior da floresta. Esse comportamento é típico da fronteira agrícola amazônica, onde a abertura de caminhos reduz custos de acesso e transporte, permitindo que a conversão da terra se torne economicamente viável.

Em Paragominas, esse processo foi historicamente impulsionado tanto pela construção das rodovias oficiais quanto pela proliferação de estradas informais ligadas à exploração madeireira e à expansão da pecuária. Dessa forma, a rede viária funciona como principal indutor da mudança no uso da terra e explica a distribuição espacial dos focos de desmatamento ao longo do tempo.

5.2 Evolução da Cobertura Vegetal (1985 – 2024)

A análise multitemporal das classes de Formação Florestal, Pastagem e Soja evidencia transformações significativas na estrutura territorial ao longo do

período de 1985 a 2024. A avaliação das variações percentuais em intervalos de cinco anos permite identificar tendências de retração, expansão e substituição de uso da terra no município.

A figura 11 apresenta a evolução das classes de uso e cobertura da terra no município de Paragominas (PA) entre os anos de 1985 e 2024, expressas em hectares. Os dados evidenciam mudanças significativas na composição da paisagem, especialmente nas classes associadas às atividades antrópicas, como pastagens, lavouras temporárias (soja) e área urbanizada, que se expandiram ao longo das últimas décadas em detrimento da formação florestal.

Figura 11 - Áreas das classes de uso e cobertura da terra em Paragominas.

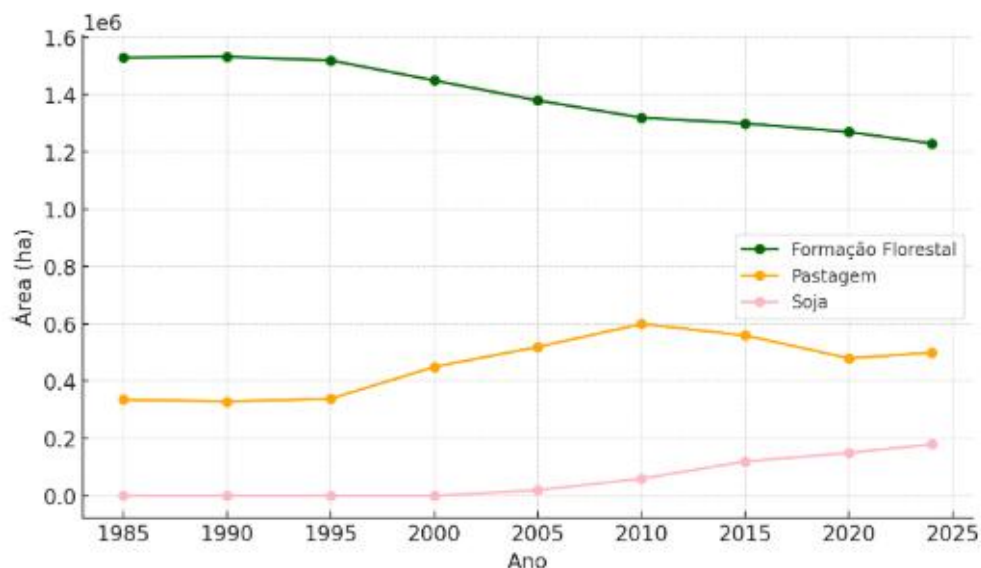
ÁREAS DAS CLASSES EM HECTARES (HA)										
CÓDIGO	CLASSES	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2024
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.530.338	1.533.402	1.520.558	1.448.926	1.349.816	1.300.236	1.290.082	1.287.310	1.235.016
4	FORMAÇÃO SAVÂNICA	542	2637	650	94	358	131	23	171	35
6	FLORESTA ALAGÁVEL	55.036	57.951	58.947	56.631	56.616	56.345	58.754	60.052	56.880
9	SILVICULTURA	3	7	14	32	11	270	317	484	545
11	CAMPO ALAGADO E ÁREA PANTANOSA	2817	1759	1512	1406	1532	1597	1976	2043	929
12	FORMAÇÃO CAMPESTRE	1261	1028	1159	983	779	650	640	702	389
15	PASTAGEM	336.736	329.205	339.334	410.066	488.502	509.435	441.403	383.248	432.226
20	CANA								6.603	5.926
24	ÁREA URBANIZADA	973	1.262	1.703	1.872	1.986	2.141	2.414	2.581	2.713
25	OUTRAS ÁREAS NÃO VEGETADAS	779	646	787	875	1203	987	859	534	498
30	MINERAÇÃO	11	143	316	329	907	2.649	4.711	6.416	8.537
31	AQUICULTURA				1			60	116	159
33	RIO, LAGO E OCEANO	4.991	5.375	7.583	7.685	6.875	7.084	6.238	6.396	6.408
35	DENDÊ	226	520	1.000	1.820	2.181	1.742	2.255	2.330	2.440
39	SOJA				1.231	6.677	14.042	58.276	102.953	143.423
41	OUTRAS LAVOURAS TEMPORÁRIAS	150	95	190	1.742	16.670	36.834	65.979	71.912	37.759
48	OUTRAS LAVOURAS PERENES	325	123	420	478	71	28	170	243	237

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do Mapbiomas.

A seguir o gráfico de evolução do uso e cobertura da terra em Paragominas (PA), entre 1985 e 2024, uma redução contínua das áreas de formação florestal, especialmente após o início dos anos 2000, acompanhada pelo aumento progressivo das áreas destinadas à pastagem e à soja. Esse comportamento coincide com o período de intensificação das atividades agropecuárias na região e com importantes transformações na legislação ambiental brasileira. Apesar do avanço jurídico, os dados demonstram que, na prática, a conversão de florestas em áreas produtivas continuou ocorrendo,

refletindo os desafios na efetiva implementação e fiscalização das políticas de conservação ambiental no município.

Figura 12 - Evolução das Classes na série temporal de 1985 a 2024



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do Mapbiomas.

5.2.1 Formação florestal

A classe Formação Florestal apresentou uma tendência geral de redução ao longo das quatro décadas analisadas. No primeiro intervalo, entre 1985 e 1990, observou-se um discreto aumento de 0,20%, único crescimento de toda a série. A partir de 1990, porém, iniciou um processo contínuo de diminuição. Entre 1990 e 1995, a queda foi de 0,84%, sendo mais expressiva no período de 1995 a 2000, quando a retração alcançou 4,71%. Esse comportamento se intensificou entre 2000 e 2005, com a maior redução percentual da série (6,84%).

Nos anos seguintes, ainda que o ritmo de perda tenha diminuído, a tendência permaneceu negativa: -3,67% entre 2005 e 2010, -0,78% entre 2010 e 2015 e -0,21% entre 2015 e 2020. No intervalo mais recente, de 2020 a 2024, a classe voltou a registrar queda mais acentuada (-4,06%). Os resultados apontam, portanto, para um processo contínuo de diminuição das áreas

florestais, refletindo pressões antrópicas constantes sobre esse tipo de cobertura.

5.2.2 Pastagem

A classe Pastagem apresentou comportamento mais dinâmico e marcado por oscilações. Entre 1985 e 1990 ocorreu uma leve redução de 2,24%, seguida por um crescimento moderado de 3,08% entre 1990 e 1995. A partir de 1995, a expansão se torna mais intensa: entre 1995 e 2000 a área de pastagem cresceu 20,83%, e no período subsequente (2000 – 2005) o aumento foi de 19,13%, evidenciando forte avanço da atividade pecuária no território.

Esse padrão observado em Paragominas é coerente com a dinâmica descrita por Fearnside (2005), que aponta a pecuária bovina como o principal motor do desmatamento na Amazônia, impulsionada tanto por fatores econômicos quanto por incentivos governamentais históricos.

De 2005 a 2010 ainda se observa crescimento, embora em menor magnitude (4,29%). Entretanto, a partir de 2010 ocorre uma inversão de tendência. Entre 2010 e 2015 a classe sofre uma retração expressiva de 13,36%, seguida por nova redução de magnitude semelhante entre 2015 e 2020 (– 13,17%). Esses resultados sugerem substituição de áreas de pastagem por outras atividades produtivas ou processos de regeneração.

No período mais recente, porém, foi observado a retomada do crescimento da classe, com aumento de 12,78% entre 2020 e 2024. Essa oscilação reforça que a pastagem se mantém como uma das classes mais sensíveis às dinâmicas econômicas e ambientais do município.

5.2.3 Soja

Os resultados obtidos evidenciam que o cultivo de soja no município de Paragominas começa a aparecer de forma registrada no mapeamento do

MapBiomas somente a partir do ano 2000, quando foram identificados 1.231 hectares destinados à cultura. Esse início da expansão coincide com o contexto histórico descrito na literatura, especialmente com as iniciativas lideradas pelo então prefeito Sidney Rosa na década de 1990. Em 1997, o gestor municipal solicitou à Embrapa a realização de pesquisas para avaliar o comportamento de cultivares de soja nas condições edafoclimáticas locais (ANDRADE; BARBOSA, 2018). Os estudos (El-Husny, 1997; El-Husny, 1998) demonstraram desempenho surpreendentemente positivo, indicando produtividades superiores a 50 sacas por hectare, o que viabilizou a implantação econômica da cultura no município.

A partir desses resultados favoráveis, iniciou a produção empresarial de grãos, ainda de forma tímida, mas já estruturada em sistemas de rotação entre soja e milho, conforme recomendado pela pesquisa agrônômica. Esse avanço experimental e tecnológico explica diretamente o aparecimento das primeiras áreas agrícolas identificadas no mapeamento de 2000. Assim, os 1.231 hectares registrados nesse ano representam a fase inicial de transição produtiva, marcada pela incorporação gradual de áreas.

A expansão da cultura da soja constitui um dos processos mais expressivos observados ao longo da série histórica analisada. A classe surge pela primeira vez no ano de 2000, ocupando apenas 1.231 hectares de área plantada. No entanto, já em 2005 registra um crescimento de 442%, indicando uma rápida conversão de áreas para o cultivo dessa commodity. Essa tendência se mantém no intervalo seguinte: entre 2005 e 2010, a área destinada à soja aumenta 110,3%, reforçando o ritmo acelerado de expansão.

Outro período de destaque ocorre entre 2010 e 2015, quando a atividade apresenta um incremento de 315%, intensificando a consolidação da soja na matriz agrícola local. Entre 2015 e 2020, embora o ritmo seja relativamente menor, ainda se observa um crescimento expressivo de 76,66%. No intervalo mais recente (2020–2024), o avanço segue sendo significativo, com um aumento de 39,3%, evidenciando a continuidade da expansão da fronteira agrícola e a abertura de novas áreas voltadas ao cultivo.

5.3 Síntese interpretativa da ação estatal e dos resultados territoriais

A análise integrada das políticas públicas implementadas no município de Paragominas entre 1985 e 2024 evidencia que a transformação do território não decorreu de um único instrumento normativo, mas do acúmulo sequencial de medidas ambientais, econômicas e regulatórias. Cada marco legal atuou de forma complementar, produzindo efeitos distintos sobre o uso e cobertura da terra ao longo do tempo.

O primeiro conjunto de medidas, representado pela MP nº 2.166-67/2001, estabeleceu bases legais mais rígidas para a proteção florestal, ampliando a exigência de Reserva Legal na Amazônia Legal para 80%. Entretanto, os resultados observados no período de 1995 a 2005 demonstram que o avanço da fronteira agropecuária e o dinamismo da economia local superaram a capacidade de implementação e fiscalização da política. Os dados multitemporais mostram que, mesmo após o reforço jurídico, a formação florestal continuou a sofrer perdas significativas, refletindo a baixa efetividade da norma frente às pressões produtivas predominantes naquele momento.

Um ponto de ruptura ocorreu com o Decreto nº 6.321/2007, que incluiu Paragominas na lista de municípios prioritários para ações de prevenção e controle do desmatamento, e, principalmente, com a deflagração da Operação Arco de Fogo em 2008. A combinação entre monitoramento intensivo, ações de comando e controle, bloqueio de crédito, embargos e apreensões de madeira desarticulou de forma abrupta a cadeia produtiva madeireira, até então central para a economia municipal. O impacto territorial imediato foi evidente: redução acentuada das taxas de desmatamento, diminuição da abertura de estradas ilegais e estagnação temporária da expansão pecuária extensiva. Esses efeitos marcam o início de uma transição estrutural no modelo de ocupação territorial.

Com o colapso parcial do setor madeireiro e o aumento das restrições ambientais, consolidou-se a necessidade de reorganização produtiva. Nesse contexto, a agricultura mecanizada, especialmente a soja, emergiu como alternativa economicamente viável e rapidamente se expandiu. Os dados

demonstram que, embora o cultivo de soja apareça no município apenas a partir de 2000, seu crescimento torna-se expressivo após 2010, com aumentos superiores a 300% em certos intervalos. A expansão agrícola, desse modo, não ocorreu de maneira espontânea, mas foi catalisada pela nova conjuntura ambiental e pela necessidade de substituir atividades inviabilizadas pela fiscalização.

Em paralelo, o Programa Municípios Verdes (PMV) representou um marco fundamental para a construção de uma governança ambiental local, baseada em pactuação interinstitucional, monitoramento mensal e metas progressivas de redução do desmatamento. A experiência de Paragominas tornou-se referência nacional, sendo o primeiro município a sair da lista de prioritários após reduzir sua taxa anual de desmatamento em mais de 90% (MORAES, 2015). A adoção massiva do Cadastro Ambiental Rural (CAR) reforçou essa governança, contribuindo para a regularização fundiária, embora persistam inconsistências, como sobreposição de áreas e discrepância entre a área declarada e a área real do município.

Assim, a transformação territorial de Paragominas foi um processo cumulativo e de vários fatores. As políticas públicas de caráter coercitivo foram responsáveis por interromper práticas predatórias históricas, enquanto os instrumentos de regularização e monitoramento induziram novo padrão de uso da terra. A partir desse ambiente regulatório, a agricultura de grãos consolidou-se como base econômica dominante, reorganizando a paisagem, a estrutura fundiária e os vetores de ocupação do território. Esse conjunto de mudanças revela que a ação estatal, quando acompanhada de alternativas econômicas viáveis e de mecanismos eficazes de governança, é capaz de reorientar trajetórias produtivas e promover novos arranjos socioambientais em escala municipal.

Quadro 1 - Quadro síntese das políticas públicas ambientais e os resultados observados em Paragominas (1985 - 2024)

Política Pública / Marco Legal	Objetivos Principais	Mecanismos Implementados	Efeitos Observados na Dinâmica Territorial	Evidências no Estudo (MapBiomass, INPE, QGIS)
MP 2.166-67/2001 – Ampliação da Reserva Legal (80%)	Fortalecer proteção florestal e conter a conversão de vegetação nativa	Aumento da RL para 80% na Amazônia Legal; restrições ao desmatamento; redefinição de APPs	Mesmo após sua edição, o desmatamento continuou crescendo até 2005; baixa aplicação e fiscalização local	Perda florestal acelerada entre 1995 e 2005; retração contínua >10% em alguns períodos
Decreto 6.321/2007 – Municípios Prioritários	Reduzir desmatamento nos maiores infratores e intensificar comando e controle	Listagem de municípios críticos; bloqueio de crédito; suspensão de licenciamentos; monitoramento anual	Pressão imediata sobre Paragominas; início da queda do desmatamento; crise no setor madeireiro	Redução da formação florestal diminui ritmo; intensificação pós-2008 visível nos mapas
Operação Arco de Fogo (2008)	Reprimir exploração ilegal e desarticular cadeias logísticas do desmate	Ações policiais e de fiscalização; apreensão de madeira; fechamento de serrarias	Colapso do setor madeireiro; desemprego; migração econômica rumo à pecuária e agricultura mecanizada	Crescimento forte da soja após 2010 (+315% entre 2010 e 2015); queda da pastagem em períodos posteriores.
Programa Municípios Verdes – PMV (2011)	Promover governança ambiental e reduzir desmate a níveis sustentáveis	Pactos locais; monitoramento mensal; regularização fundiária; CAR; gestão descentralizada	Paragominas sai da lista negra em 2010; fortalecimento da imagem sustentável; reestruturação produtiva duradoura	Redução de florestas desacelera; aumento do CAR; diminuição da expansão desordenada de pastagens
Cadastro Ambiental Rural – CAR (2012)	Regularizar propriedades; mapear RL e APP; integrar dados ambientais	Registro georreferenciado dos imóveis; autodeclaração; integração com fiscalização	Avanço da regularização, mas com inconsistências: área declarada superior à área municipal; sobreposições	Mapa do CAR revela 3.798 imóveis; grande concentração de grandes propriedades; inconsistências evidenciadas
Políticas municipais de incentivo à agricultura (anos 1990–2010)	Atrair empresas, testar cultivares e apoiar agricultura empresarial	Pesquisas da Embrapa; incentivos logísticos; parcerias público-privadas	Consolidação da soja como base produtiva; forte tecnificação	Soja surge em 2000 e cresce 442% (2000–2005), 110% (2005–2010) e 315% (2010–2015)
Monitoramento do IMAZON (pós-2008)	Auxiliar fiscalização e mapear áreas com desmate ilegal	Mapas mensais; acesso público; cooperação com o município	Redução rápida do desmatamento; maior transparência territorial	Queda expressiva nas taxas após 2010; estabilização entre 2015 e 2020

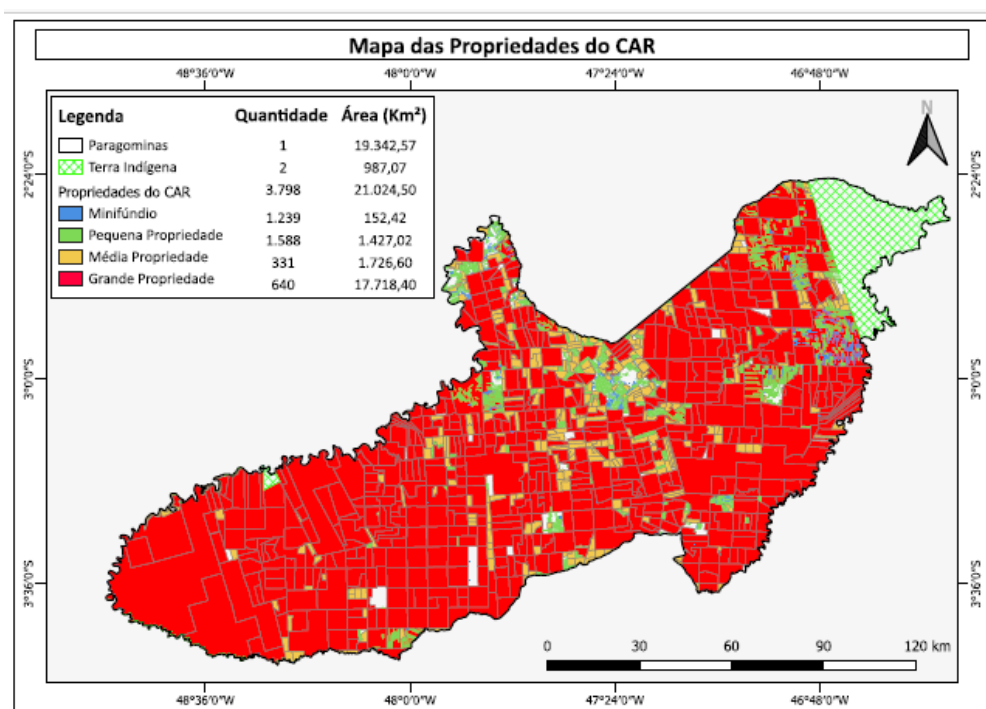
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Estrutura Fundiária e ciclos produtivos

O mapa das propriedades rurais cadastradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR) evidencia a distribuição espacial dos imóveis rurais no município de Paragominas, bem como sua classificação fundiária conforme os módulos fiscais. No total, foram identificadas 3.798 propriedades cadastradas, distribuídas entre as categorias de minifúndios, pequenas, médias e grandes propriedades.

As propriedades cadastradas são classificadas de acordo com sua dimensão territorial. São consideradas minifúndios aquelas com área inferior a um módulo fiscal. As pequenas propriedades abrangem imóveis entre 1 e 4 módulos fiscais, enquanto as médias propriedades correspondem àquelas situadas na faixa de 4 a 15 módulos fiscais. Já os imóveis com área superior a 15 módulos fiscais são categorizados como grandes propriedades. Em Paragominas um módulo fiscal corresponde a 55 hectares (INCRA, 2025).

Figura 13 - Mapa das Propriedades cadastradas no CAR do Município de Paragominas – PA



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados da Semas.

A análise espacial revela que a maior parte do território municipal está ocupada por grandes propriedades, representadas em vermelho no mapa. Essa classe totaliza 640 imóveis, que juntos somam 17.718,40 km², correspondendo à maior parcela da área declarada. Em seguida, destacam-se as pequenas propriedades, que compreendem 1.588 imóveis, cobrindo uma área de 1.427,02 km². Os minifúndios aparecem de forma fragmentada em diversas regiões do município, totalizando 1.239 imóveis distribuídos em 152,42 km², enquanto as médias propriedades representam 331 imóveis, ocupando 1.726,60 km².

Um aspecto relevante identificado é que a área total declarada das propriedades (21.024,50 km²) supera a própria área oficial do município (19.342,57 km²). Essa inconsistência reforça uma das fragilidades estruturais do CAR, que se baseia em informações autodeclaratórias, podendo gerar sobreposições, duplicidades ou erros de geoprocessamento associados ao preenchimento inadequado por parte dos proprietários.

A análise integrada dos mapas de uso e ocupação da terra de 2024, e o mapa das propriedades do CAR, revela que o tamanho das propriedades rurais exerce influência direta sobre a configuração do uso da terra em Paragominas. As grandes propriedades (>15 módulos fiscais), embora menos numerosas, concentram a maior parte da área cadastrada e coincidem espacialmente com as regiões dominadas por pastagens e pela cultura da soja, evidenciando seu papel central na dinâmica agropecuária do município.

As médias propriedades apresentam um mosaico mais heterogêneo, combinando pastagem, silvicultura e áreas agrícolas, funcionando como zonas de transição entre o agronegócio de grande escala e a agricultura diversificada.

Já as pequenas propriedades (1–4 módulos fiscais) e os minifúndios concentram-se em áreas próximas a estradas e núcleos urbanos, exibindo maior diversidade de usos, incluindo agricultura perene, pequenas áreas de pastagem, fragmentos florestais e manchas urbanizadas. Nesses imóveis, a participação na expansão da soja é limitada, refletindo restrições de área e mecanização.

De forma geral, a estrutura fundiária influencia diretamente a configuração da paisagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra em Paragominas evidenciou transformações expressivas ao longo das últimas décadas, marcadas inicialmente pela expansão agropecuária e pela exploração madeireira intensiva. Observou-se que, até meados dos anos 2000, o município apresentava elevados índices de desmatamento, impulsionados por abertura de pastagens, estradas não oficiais e atividades florestais pouco regulamentadas. A partir das intervenções federais de 2007 – 2008, especialmente com a Operação Arco de Fogo, ocorreu uma ruptura no padrão de ocupação territorial, seguida pela adoção de mecanismos de governança ambiental local. A implementação do projeto “Paragominas Município Verde” promoveu mudanças estruturais, resultando em forte redução do desmatamento e na reconfiguração das práticas produtivas, com avanço da agricultura mecanizada sobre áreas previamente antropizadas.

A abordagem multitemporal utilizada permitiu compreender não apenas quando, mas como as mudanças territoriais ocorreram. A comparação entre diferentes períodos possibilitou identificar padrões de substituição de pastagens por soja, redução gradual da formação florestal e consolidação produtiva ao longo dos principais eixos viários. A análise espacial também revelou a correlação direta entre densidade da malha viária (especialmente estradas não oficiais) e ocorrência de novos desmatamentos. Dessa forma, a investigação temporal e espacial proporcionou uma visão integrada sobre a dinâmica territorial, contribuindo para explicar a relação entre políticas ambientais, estrutura fundiária e modelos produtivos.

As políticas públicas desempenharam papel determinante na reorientação do uso da terra em Paragominas. A inclusão do município na lista do MMA, seguida pela Operação Arco de Fogo, provocou forte impacto econômico e social, levando à paralisação de atividades irregulares e ao bloqueio de financiamentos. Contudo, esse cenário adverso impulsionou uma mobilização local inédita, resultando no pacto pelo desmatamento zero e no surgimento do Município Verde. A combinação entre fiscalização rigorosa, monitoramento por

satélite e pactuação com setores produtivos estabeleceu um novo padrão de governança ambiental. Como consequência, Paragominas reduziu drasticamente suas taxas de desmatamento e consolidou um modelo produtivo mais regulado, tecnificado e alinhado a princípios de sustentabilidade.

Embora abrangente, este estudo apresenta algumas limitações. A análise baseou-se principalmente em dados do MapBiomas, que, embora possuam alta confiabilidade, estão sujeitos a margens de erro inerentes ao sensoriamento remoto. Além disso, a pesquisa concentrou-se em aspectos espaciais e temporais, não aprofundando fatores socioeconômicos detalhados, como renda, emprego e dinâmicas demográficas associadas às transformações produtivas. Também não foram incorporadas entrevistas ou dados primários de campo, o que poderia enriquecer a interpretação dos resultados e ampliar a compreensão sobre a percepção local das mudanças.

Para estudos futuros, recomenda-se a realização de análises que integrem dados socioeconômicos, percepções dos produtores e informações relativas a práticas de manejo adotadas em diferentes tipos de propriedade. Também é relevante ampliar a investigação sobre a eficácia das políticas ambientais municipais em longo prazo, especialmente frente a mudanças políticas e econômicas recentes no país. Sugere-se, ainda, aprofundar a avaliação dos impactos da intensificação agrícola sobre a qualidade ambiental, como erosão, compactação do solo e alterações nos recursos hídricos. Por fim, futuros trabalhos podem explorar a relação entre regularização fundiária, CAR e efetividade da governança ambiental, dada sua relevância para o controle do desmatamento e para a consolidação de modelos produtivos sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANDREAS, J. The economic model of Brazil during the military dictatorship. 1. ed. Munich: GRIN Verlag, 2007.

Agência Pará. Pará lidera produção de soja, milho, cacau e criação de búfalos. Agência Pará, 11 mar. 2025. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/65188/para-lidera-producao-de-soja-milho-cacau-e-criacao-de-bufalos>. Acesso em: 24 nov. 2025.

ALENCAR, A. et al. Desmatamento em áreas de fronteira agrícola: o caso de Paragominas. Belém: IPAM, 2004.

BARRETO, P.; ARAÚJO, E. O município verde: lições e desafios. Belém: Imazon, 2012.

BERNARDES, J. A. Expansão do agronegócio na Amazônia: dinâmicas e contradições. Revista Tamoios, São Gonçalo, v. 18, n. 1, p. 60–73, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Ambiental Rural – CAR. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/sobre>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Decreto n.º 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, 23 jan. 1934.

BRASIL. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, 16 set. 1965.

BRASIL. Medida Provisória n.º 1.511, de 25 de julho de 1996. Dispõe sobre a utilização e proteção das florestas nativas. Diário Oficial da União, Brasília, 26 jul. 1996.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.080-58, de 27 de dezembro de 2000. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, 28 dez. 2000.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 27 ago. 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. MINC vai a Paragominas acompanhar de perto operação contra impunidade ambiental. Brasília, DF: MMA, 27 nov. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/minc-vai-a-paragominas-acompanhar-de-perto-operacao-contr-impunidade-ambiental>. Acesso em: 22 out. 2025.

BRASIL. Decreto nº 6.321, de 21 de dezembro de 2007. Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia Legal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 dez. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. MINC vai a Paragominas acompanhar de perto operação contra impunidade ambiental. Brasília, DF: MMA, 27 nov. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/minc-vai-a-paragominas-acompanhar-de-perto-operacao-contr-impunidade-ambiental>. Acesso em: 22 out. 2025.

CIDADE-BRASIL. Município de Paragominas. Cidade-Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-paragominas.html>. Acesso em 23 out. 2025.

CARVALHO, A. C.; CARVALHO, D. F.; SERRA, M. A.; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Expansão da fronteira agropecuária e a dinâmica do desmatamento florestal na Amazônia paraense sob a ótica da nova economia institucional. *REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, v. 10, n. 2, p. 34–45, 2020. DOI: 10.18696/reunir.v10i2.884. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/884>. Acesso em: 9 set. 2025.

CARVALHO, A. C. **Expansão da Fronteira Agropecuária e a Dinâmica do Desmatamento Florestal na Amazônia Paraense.** Campinas, SP. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 2012.

CENSIPAM. Boletim de Desmatamento e Ilícitos Ambientais – BDI nº 4, fevereiro/2025. Brasília: Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia, 2025.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; CHAVES, I. B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se

sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 5, p. 539–548, 2012.

DA SILVA, A. L. C. Projeto Pecuária Verde: a transformação do binômio pecuária–desmatamento. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

DOMINGUES, Mariana Soares; BERMANN, Célio. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1–22, maio/ago. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/4RcQp9Xz7QG4Pqf5L8dQJzP/>. Acesso em: 1 nov. 2025.

ECKHARDT, R. R.; SILVEIRA, C. A. da; REMPEL, C. Evolução temporal do uso e cobertura da terra no município de Bom Retiro do Sul – RS – Brasil. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 14, n. 47, p. 150–161, set. 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26035>. Acesso em: 1 nov. 2025.

FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. de A. BR-319: Brazil's Manaus–Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environmental Management*, v. 38, n. 5, p. 705–716, 2006.

EMBRAPA. Latossolos Amarelos. Portal Embrapa – Solos Tropicais / SiBCS. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-amarelos>.

FANTIN, M.; VIZIOLI, S. H. T. *Caminhos da região central paulista: articulação entre universidade e sociedade para a construção da cidadania e do desenvolvimento sustentável*. v. 1 – Tecnologia, cultura e empreendedorismo. São Carlos: Universidade de São Paulo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 2021. DOI: 10.11606/9786586810233. Disponível em:

<https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/659>.

Acesso em: 5 set. 2025.

FEARNSIDE, P. Deforestation of the Brazilian Amazon. 1. ed. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science, 2017. Disponível em: <https://oxfordre.com/environmentalscience/view/10.1093/acrefore/9780199389414.001.0001/acrefore-9780199389414-e-102>.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 680–688, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697>.

FUNDO AMAZÔNIA. Programa Municípios Verdes. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Programa-Municipios-Verdes>.

Acesso em: 3 set. 2025.

GAMA, José Raimundo Natividade Ferreira et al. Solos do estado do Pará. GAMA, J. R. N. F. et al. Solos do estado do Pará. In: **CRAVO, Manoel da Silva** (coord.). Aspectos gerais relacionados ao uso de fertilizantes e corretivos no Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. p. 25–38.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, v. 202, p. 18–27, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. História. Belém: Governo do Estado do Pará, 3 dez. 2014. Disponível em: <https://www.pa.gov.br/pagina/55/historia>. Acesso em: 30 out. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. IBGE, 2006.

IMAZON. *Municípios verdes: caminhos para a sustentabilidade*. Belém: Imazon, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Paragominas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/paragominas.html>. Acesso em 23 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612>. Acesso em: 29 out. 2025.

JORNAL DE BRASÍLIA. Operação Arco de Fogo interdita e multa madeiras em Mato Grosso. *Jornal de Brasília*, 13 mar. 2008. Disponível em: <https://jornaldebrasil.com.br/noticias/brasil/operacao-arco-de-fogo-interdita-e-multa-madeiras-em-mato-grosso>. Acesso em: 24 set. 2025.

LAURANCE, W. F. et al. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography*, v. 29, n. 5–6, p. 737–748, 2002.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. *A expansão madeira na Amazônia*. Belém: Imazon, 2005.

MAPBIOMAS. *Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985–2023)*. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 5 set. 2025.

MAPBIOMAS. (2025). RAD2024: Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2024 (p. 209). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5193>.

MAPBIOMAS. O projeto MapBiomas. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 5 set. 2025.

MORAES, M. (Org.). Paragominas: 50 anos. 1. ed. Paragominas: Singular, 2015. 243 p.

MORAN, E. F. Roads and dams: infrastructure-driven transformations in the Brazilian Amazon. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, p. 207–220, 2016.

NEPSTAD, D. et al. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, v. 344, n. 6188, p. 1118–1123, 2014.

NEVES, P.B.T. et al. Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network. *Land Use Policy*, v. 108, p. 105510, 2021.

ORTIZ, F. A história do município que saiu da lista negra dos maiores desmatadores. *O Eco*, 2014. Disponível em:

<http://www.oeco.org.br/reportagens/28764-a-historia-do-municipio-que-saiu-da-lista-negra-dos-maiores-desmatadores/>. Acesso em: 9 set. 2025.

PARAGOMINAS (PA). Caderno 02 – Diagnóstico da Realidade Municipal: capítulos 3 a 6. Anexo 03 da Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Paragominas – PDDU. Paragominas: Prefeitura Municipal de Paragominas, jun. 2020.

PARÁ. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP). Boletim Informativo – Exportação do Agronegócio Paraense – Ano de 2024. Belém: SEDAP/NUPLAN, 2025.

PINTO, Andréia et al. Diagnóstico socioeconômico e florestal do município de Paragominas. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon, 2009. 65 p.

PIEIDADE, G. S. A. M.; JESUS, L. S.; BORGES, F. Q. A dinâmica sustentável após a Operação Arco de Fogo no Município Verde (Paragominas – PA). *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, jan. 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/01/dinamica-sustentavel.html>.

SAMPAIO CARNEIRO, M.; SANTOS DE ASSIS, W. O controle do desmatamento na Amazônia como um processo de modernização ecológica: a experiência do Projeto Município Verde. *Revista Pós Ciências Sociais*, v. 12, n. 24, p. 53–76, 17 jul. 2015. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rpcsoc/article/view/3640>. Acesso em: 20 set. 2025.

SAMBUICHI, R. H. S. et al. A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. Rio de Janeiro: IPEA, 2012.

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SILVA, C. F. A. da et al. Road network and deforestation of indigenous lands in the Brazilian Amazon. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 119, p. 103735, 2023.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, 2020.

SOUZA, A. A. de A. et al. A contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no sudoeste paraense. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 9, p. 1833–1846, 2017.

SOUZA JÚNIOR, C.; BRANDÃO JÚNIOR, A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. Avanço das estradas endógenas na Amazônia. *O Estado da Amazônia*, n. 1, p. 1–2, 2004. Belém: Imazon.

SOUZA-FILHO, P. W. M. et al. Uma abordagem GEOBIA para análise multitemporal de cobertura e uso da terra em uma bacia hidrográfica tropical no sudeste da Amazônia. *Sensoriamento Remoto*, v. 10, n. 11, p. 1683, 2018. DOI: 10.3390/rs10111683.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados*. vol. 19, n.54. 2005, pp. 137-152 (ISSN 0103-4014).

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA (STJ). Linha do tempo: um breve resumo da evolução da legislação ambiental no Brasil, 2010. <http://www.stj.gov.br/portal_stj/publicacao/engine.wsp?tmp.area=398&tmp.texto=97547>. Acesso em 30 de out. 2025.

APÊNDICE A – TABELA DE QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES (FORMAÇÃO FLORESTAL, PASTAGEM E SOJA)

MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 1985 E 1990					
CÓDIGO	CLASSES	1985	1990	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.530.338	1.533.402	3.064	0,20
15	PASTAGEM	336.736	329.205	-7.531	-2,24
39	SOJA				
MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 1990 E 1995					
CÓDIGO	CLASSES	1990	1995	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.533.402	1.520.558	-12.844	-0,84
15	PASTAGEM	329.205	339.334	10.129	3,08
39	SOJA				
MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 1995 E 2000					
CÓDIGO	CLASSES	1995	2000	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.520.558	1.448.926	-71.632	-4,71
15	PASTAGEM	339.334	410.066	70.732	20,84
39	SOJA		1.231	1.231	
MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 2000 E 2005					
CÓDIGO	CLASSES	2000	2005	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.448.926	1.349.816	-99.110	-6,84
15	PASTAGEM	410.066	488.502	78.436	19,13
39	SOJA	1.231	6.677	5.446	442,40
MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 2005 E 2010					
CÓDIGO	CLASSES	2005	2010	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.349.816	1.300.236	-49.580	-3,67
15	PASTAGEM	488.502	509.435	20.933	4,29
39	SOJA	6.677	14.042	7.365	110,30
MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 2010 E 2015					

CÓDIGO	CLASSES	2010	2015	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.300.236	1.290.082	-10.154	-0,78
15	PASTAGEM	509.435	441.403	-68.032	-13,35
39	SOJA	14.042	58.276	44.234	315,01

MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 2015 E 2020

CÓDIGO	CLASSES	2015	2020	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.290.082	1.287.310	-2.772	-0,21
15	PASTAGEM	441.403	383.248	-58.155	-13,18
39	SOJA	58.276	102.953	44.677	76,66

MUDANÇA DAS CLASSES ENTRE 2020 E 2024

CÓDIGO	CLASSES	2020	2024	MUDANÇA (HA)	MUDANÇA (%)
3	FORMAÇÃO FLORESTAL	1.287.310	1.235.016	-52.294	-4,06
15	PASTAGEM	383.248	432.226	48.978	12,78
39	SOJA	102.953	143.423	40.470	39,31

Fonte: Mapbiomas, processados pelo autor (2025).