



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E
DINÂMICA DO ESPAÇO – PPGeo

MARCOS VINICIUS LIMA DE SOUSA

USO E COBERTURA DA TERRA NA AMAZONIA MARANHENSE: uma análise
multitemporal de 1985 a 2020

São Luís – MA

2024

MARCOS VINICIUS LIMA DE SOUSA

**USO E COBERTURA DA TERRA NA AMAZONIA MARANHENSE: uma análise
multitemporal de 1985 a 2020**

Defesa de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo

São Luís – MA

2024

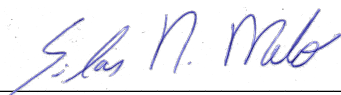
MARCOS VINICIUS LIMA DE SOUSA

**USO E COBERTURA DA TERRA NA AMAZONIA MARANHENSE: uma análise
multitemporal de 1985 a 2020**

Defesa de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Geografia.

Aprovada em: 27 de Fevereiro de 2024.

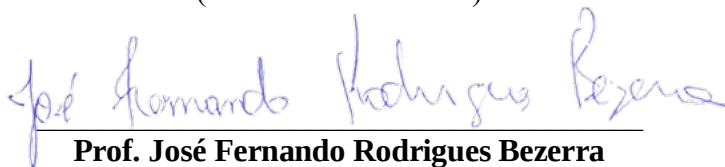
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
(Orientador)



Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
(Examinador Externo)



Prof. José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
(Examinador Interno)

Sousa, Marcos Vinícius Lima de

USO E COBERTURA DA TERRA NA AMAZONIA MARANHENSE: uma análise multitemporal de 1985 a 2020/ Marcos Vinícius Lima de Sousa. – São Luis, MA, 2024.

... f

Dissertação (Mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço) – Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo.

1.Amazônia maranhense. 2.Uso - cobertura da terra. 3.Conflitos. I.Título

*Aos meus pais, Cléo e Marinalva, por
sempre acreditarem em mim e por terem
abdicado de suas vidas em prol das
realizações e da felicidade de seus filhos.*

*Ao meu irmão Cléo Júnior, por sua
preocupação, carinho e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela benção de ter participado deste projeto, dando-me toda saúde mental e espiritual para enfrentar as adversidades.

À minha família por sempre acompanhar minhas lutas.

Ao meu orientador Silas Nogueira de Melo por acreditar no meu potencial, ter cedido seu tempo para explicar os passos da pesquisa e somar positivamente com meu aprimoramento profissional.

À Juciana da Conceição Birino de Souza pelo suporte técnico e por ter compartilhado toda pesquisa ao meu lado.

Agradeço a todos os meus amigos que me ajudaram e motivaram a concluir meus projetos, em especial a Kevin e Pedro por todas as tardes compartilhadas no laboratório de geoprocessamento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) por possibilitar uma experiência acadêmica tão enriquecedora.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa para desempenhar este trabalho.

À Universidade Estadual do Maranhão por sediar o espaço físico e por fornecer suporte financeiro que pudesse auxiliar nas atividades de gabinete e campo.

RESUMO

Este trabalho tem como área de estudo a Amazônia maranhense, que vem sofrendo um processo de degradação ambiental causado pela extração de madeira, corte raso, abertura de áreas agrícolas, implantação de pastagem e reflorestamento, como a monocultura do eucalipto. O objetivo geral deste estudo é compreender os conflitos de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense durante os anos de 1985 a 2020, identificando as informações espaciais de uso e cobertura da terra disponíveis no MapBiomias (Coleção 7) durante os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Além disso, o estudo visa analisar os principais amparos legais que tratam sobre as áreas de proteção ambiental e a destinação de uso da terra vigentes na Amazônia maranhense e realizar um estudo de caso com o objetivo de avaliar a eficácia das unidades de proteção em duas regiões de planejamento contidas na Amazônia maranhense. A metodologia adotada envolveu abordagens qualitativas e quantitativas, fundamentais no levantamento dos dados, por meio do uso das geotecnologias, sensoriamento remoto, análise de covariância (ANCOVAS) e referencial bibliográfico. Os resultados mostraram que a principal dinâmica de uso e cobertura da terra na região se trata da mudança da classe Formação Florestal para a Pastagem. A Formação Florestal é a cobertura vegetal nativa da região e vem apresentando declínio durante os anos estudados, possuindo sua pior porcentagem em 2015 (43%) ano em que pela primeira vez se tornou inferior à Pastagem (45%). Em contrapartida, a classe Pastagem tem apresentado crescimento em todos os anos estudados. Além disso, a análise dos instrumentos legais de proteção ambiental revelou que, embora existam leis e normas que visem conservar a biodiversidade e os recursos naturais na Amazônia maranhense, a efetividade dessas medidas muitas vezes é desafiada pela falta de fiscalização adequada, ausência de planejamento integrado e conflitos de interesses entre diferentes setores. Como é o caso das regiões de planejamento do Baixo Munim e do Pindaré, duas áreas contidas na Amazônia maranhense que apresentam graus de proteção distintos. Os resultados mostraram que, enquanto a região do Baixo Munim não apresentou grandes variações percentuais nas classes de uso da terra ao longo dos anos graças ao seu grau de proteção elevado (91,3%), a região de Pindaré possui um grau baixo de proteção, apresentando diminuição da Formação florestal devido ao aumento de pastagens.

Palavras-chave: Amazônia maranhense; uso e cobertura da terra; conflitos.

ABSTRACT

This study focuses on the maranhense Amazon as its study area, which has been undergoing environmental degradation caused by activities such as wood extraction, clearcutting, opening of agricultural areas, establishment of pastures, and reforestation, such as monoculture of eucalyptus. The overall objective of this study is to understand land use and land cover conflicts in the maranhense Amazon from 1985 to 2020 by identifying spatial information on land use and land cover available in MapBiomias (Collection 7) during the years 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, and 2020. Additionally, the study aims to analyze the main legal protections related to environmental protection areas and land use allocation currently in force in the maranhense Amazon and to conduct a case study with the objective of evaluating the effectiveness of protection units in two planning regions contained in the maranhense Amazon. The methodology adopted involved qualitative and quantitative approaches, which were fundamental in data collection through the use of geotechnologies, remote sensing, analysis of covariance (ANCOVAS), and bibliographic references. The results showed that the main dynamics of land use and land cover change in the region involved the transition from Forest Formation to Pasture. Forest Formation is the native vegetation cover in the region and has been declining during the years studied, reaching its lowest percentage in 2015 (43%), the first year when it became inferior to Pasture (45%). In contrast, the Pasture class has been growing in all years studied. Moreover, the analysis of legal instruments for environmental protection revealed that although there are laws and regulations aimed at conserving biodiversity and natural resources in the maranhense Amazon, the effectiveness of these measures is often challenged by the lack of adequate oversight, absence of integrated planning, and conflicts of interest among different sectors. This is the case of the planning regions of Baixo Munim and Pindaré, two areas contained in the maranhense Amazon that present different degrees of protection. The results showed that while the Baixo Munim region did not present significant percentage variations in land use classes over the years due to its high degree of protection (91.3%), the Pindaré region, which has a low degree of protection, showed a decrease in Forest Formation due to an increase in pastures.

Keywords: Maranhense Amazon; land use and land cover; conflicts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização da Amazônia maranhense.....	16
Figura 2 - Captura de tela do script do GEE.	22
Figura 3 - Captura de tela do mosaico de uso e cobertura para todo o Brasil.....	23
Figura 4 - Captura da delimitação da área de estudo no GEE.....	23
Figura 5 - Captura do bioma das tipologias de uso e cobertura categorizadas	25
Figura 6 - Captura da tabela extraída e importada no Excel	26
Figura 7 - Captura dos dados organizados para avaliar a perda e o ganho da floresta ..	26
Figura 8 - Pontos elaborados no QField.....	29
Figura 9 - Amostragem aleatória estratificada	30
Figura 10 - Design de resposta	31
Figura 11 - Response Design Window.	31
Figura 12 - Matriz de erro	32
Figura 13 - Regiões de planejamento do Baixo Munim e Pindaré.	34
Figura 14 - Frentes de ocupação e expansão maranhense.....	53
Figura 15 - Linha temporal da Legislação Ambiental Brasileira (1934 - 1971).....	61
Figura 16 - Linha temporal da Legislação Ambiental Brasileira (1973 - 2012).....	62
Figura 17 - Quilometragem total e percentual de estradas por estado.....	69
Figura 18 – Mapa de Conflitos.....	73
Figura 19 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1985.	79
Figura 20 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1990.	81
Figura 21 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1995.	82
Figura 22 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2000.	84
Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2005.	86
Figura 24 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2010.	88
Figura 25 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2015.	90
Figura 26 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2020.	92
Figura 27 - Mapa de uso da terra na região do Baixo Munim.....	96
Figura 28 - Mapa de uso do solo na região de Pindaré.....	97
Figura 29 - Resultados da ANCOVA: (A) Florestas; (B) Pastagens. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$	98
Figura 30 - Áreas em percentuais para cada classe de uso da terra: (A) Baixo Munim; (B) Pindaré. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$	99

Figura 31 – Restaurante Flutuante	103
Figura 32 - Bairro Três Poderes	104
Figura 33 – Calçadão de Imperatriz.....	105
Figura 34 - Casa Familiar Rural - CFR.....	106
Figura 35 – Suzano S.A - Unidade Imperatriz	107
Figura 36 – Fazenda Monalisa.....	108
Figura 37 – Plantações de Eucalipto.....	109
Figura 38 – Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Imperatriz – ASCAMARI	110
Figura 39 – Feira Livre de Imperatriz.....	110
Figura 40 - Fazenda Mata Verde	111

TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - População, área urbanizada, educação, mortalidade infantil, PIB per capita e IDHM dos principais municípios da Amazônia maranhense	18
Tabela 2 - Matriz de correlação entre as áreas de cada tipo de uso do solo ao longo dos anos. * para $p < 0.05$, ** para $p < 0.01$ e *** para $p < 0.001$	33
Tabela 3 – Áreas de Proteção de cada região em km ²	35
Tabela 4 - Porcentagem das classes de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense entre 1985 a 2020.....	92
Tabela 5 - Matriz de correlação entre as classes de uso do solo ao longo dos anos para cada área de estudo. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$	99
Quadro 1 - Principais autores e obras acerca do processo de uso e ocupação da Amazônia maranhense.	20
Quadro 2 - Métodos e base de dados cartográficos.....	21
Quadro 3 - Descrição das legendas das classes de uso e cobertura da terra encontradas na Amazônia maranhense.....	27
Quadro 4 - Legislação: em destaque no período colonial e imperial.....	59
Quadro 5 - Unidades de conservação: Parques presentes na Amazônia Maranhense...	64
Quadro 6 - Unidades de conservação: APAs presentes na Amazônia Maranhense.	65
Quadro 7 - Unidades de conservação: Reservas e outras unidades presentes na Amazônia Maranhense.....	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	
3. METODOLOGIA	20
3.2 Aquisição dos dados do MapBiomias.....	22
3.3 Manipulação dos dados de uso e cobertura da terra	24
3.4 Tipologias de Uso e Cobertura da Terra encontradas na Amazônia maranhense .	26
3.5 Reconhecimento de uma pequena porção da Amazônia maranhense por meio de trabalho de campo	28
3.7 Análise comparativa de uso e cobertura da terra com base no método de covariância (ANCOVAS).....	32
4. REFERENCIAL TEÓRICO	37
4.1 Uso e cobertura da terra: conceituação e aplicação na Amazônia brasileira	37
4.3 Conflitos de uso da terra na Amazônia maranhense.....	39
4.4 O uso Sensoriamento remoto como ferramenta de mapeamento do uso e cobertura da terra	46
4.5 Processos Históricos: As Frentes de Expansão e Ocupação no Estado e na Amazônia Maranhense	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1 Processos Legislativos na Amazônia maranhense	59
5.2 Atual conjuntura de degradação da Amazônia maranhense	67
5.3 O uso e cobertura da terra da Amazônia Maranhense durante os anos de 1985 a 2020.	78
5.4 Um estudo de caso acerca da eficácia das Unidades de Conservação para reduzir o desmatamento na Amazônia maranhense	93
5.5 Caracterização do uso e cobertura da terra por meio de trabalho de campo no município de Imperatriz e adjacências	102
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	112

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma existente no território brasileiro, com aproximadamente 5.217.423 km², o equivalente a cerca de 61% do território nacional de 8.514.877 km² (Martha *et al.*, 2011), abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, Tocantins e, parcialmente, o estado do Maranhão. Caracteriza-se por compreender cerca de 38% (1,9 milhões de km²) de florestas densas, 36% (1,8 milhões de km²) de florestas não densas e 14% (700 mil km²) de vegetação aberta, como cerrados e campos naturais. Dessa área, 12% são ocupados por vegetação secundária e atividades agrícolas, enquanto estima-se que sua ampla diversidade biológica varie entre 40 e 300 espécies diferentes por hectare (Embrapa, 2009).

Nas últimas décadas, o bioma amazônico tem sido alvo de mudanças na vegetação nativa devido à introdução de determinados usos decorrentes da ação antrópica. O desaparecimento da cobertura vegetal na região afeta a preservação e a conservação da biodiversidade, causando grandes impactos ambientais (Costa, 2011).

A área do Bioma Amazônico no estado do Maranhão abrange aproximadamente 114.654 km², representando 34,5% do território estadual e distribuindo-se por um total de 108 municípios (ZEE, 2020). A Amazônia maranhense vem sofrendo degradação ambiental causada pela extração de madeira, corte raso, abertura de áreas agrícolas, implantação de pastagem e reflorestamento, como a monocultura do eucalipto (Catunda; Dias, 2019).

Além disso, os impactos sobre esta região têm como consequência a perda da biodiversidade, afetando o abastecimento dos recursos hídricos, o volume de água nos leitos dos rios, as alterações climáticas e a extinção de espécies animais, entre outros (ZEE-MA, 2019). De acordo com Castanheira (2010), as alterações no uso da terra estão associadas de forma complexa aos fatores econômicos, demográficos, tecnológicos e ambientais, podendo envolver modificações na área ou na intensidade de uso, refletindo a história e, possivelmente, o futuro da humanidade.

Tendo em vista estas alterações nas dinâmicas do uso da terra, torna-se necessário o planejamento e a formação de políticas ambientais que forneçam um importante suporte para a orientação das ações gerenciais e a tomada de decisão nas diversas instâncias governamentais em diferentes setores que utilizam informações para o desenvolvimento de suas atividades e pesquisas (IBGE, 2018).

Desta forma, a utilização correta do uso e cobertura da terra pode ter impactos positivos e benéficos para o ser humano, tais como os serviços de provisão, como alimentos, energia e materiais; de regulação, como a manutenção das condições físicas, químicas e biológicas; e serviços culturais (IBGE, 2020).

Neste contexto, destaca-se o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que são essenciais para analisar os diferentes tipos de uso e cobertura da terra e seus respectivos impactos ambientais. Dessa forma, os SIGs permitem a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos que possibilitam a gestão dos recursos e a aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnósticos georreferenciados (Cavallari, 2007). Além disso, torna-se importante o uso do Sensoriamento Remoto, uma ferramenta que permite obter imagens e outros tipos de dados presentes na superfície terrestre por meio da captação da energia refletida ou emitida pela superfície (Florenzano, 2007).

O Sensoriamento Remoto é um importante aliado na verificação das mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense, uma vez que é possível realizar, através de dados históricos, a mensuração de mudanças de áreas naturais em outros padrões de uso e cobertura, contribuindo significativamente para a compreensão dos processos de transformação do ambiente.

Com base nessas informações, destaca-se a importância de analisar estatisticamente as mudanças nos tipos de uso e cobertura na Amazônia maranhense, com o objetivo de compreender sua distribuição geográfica no estado e suas mudanças ao longo do tempo. Este trabalho permite averiguar o desenvolvimento do uso e cobertura da terra na região, uma vez que suas alterações e tendências ao longo do tempo expressam futuros cenários no contexto territorial.

As constantes modificações no território e na paisagem, principalmente no estado do Maranhão e na região da Amazônia, evidenciam conflitos de uso das terras, os quais devem ser constantemente analisados. O mapeamento e a interpretação do uso e cobertura da terra, bem como a sua conceituação teórica, são julgados tão importantes para a identificação de suas efetivas alterações em um período histórico delimitado. Isso pode fomentar a possibilidade de orientação na elaboração de políticas com caráter de tomadas de decisões por parte do poder público, significando um planejamento adequado de áreas e ordenamento dos territórios, sobretudo em ambientes de fragilidade ambiental.

Diante da problemática das transformações dos usos na Amazônia maranhense ao longo da história, torna-se expressiva a importância do presente estudo para a verificação

de sua magnitude. Isso se deve à necessidade de estabelecer subsídios teóricos para a produção de futuras pesquisas e políticas intervencionistas que buscam equilibrar a produção humana com os recursos naturais.

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo geral compreender as mudanças de uso e cobertura da terra amazônica maranhense durante o período de 1985 a 2020, e investigar os conflitos decorrentes dessas transformações. Identificando as informações espaciais de uso e cobertura da terra disponíveis no MapBiomias (Coleção 7) durante a escala quinquenal, analisando os principais amparos legais que tratam sobre as áreas de proteção ambiental e a destinação de uso da terra vigente na Amazônia maranhense. Por fim, realizou-se um estudo de caso com o objetivo de avaliar a eficácia das unidades de proteção em duas regiões de planejamento contidas na Amazônia maranhense.

Para atingir esses objetivos, a pesquisa foi dividida em quatro seções principais. Primeiro, foram descritos os métodos utilizados para identificar as informações espaciais de uso e cobertura da terra, analisar os amparos legais e avaliar a eficácia das unidades de proteção. Em seguida, foi apresentada uma revisão da literatura sobre os conflitos de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense e o processo de ocupação da mesma.

Na terceira seção, foram apresentados os resultados quantitativos da pesquisa, evidenciando as principais classes de uso e cobertura da terra na região, além de um estudo de caso em duas regiões presentes neste bioma e o trabalho de campo. Por fim, na última seção, foram apresentadas as conclusões do estudo, destacando os principais resultados, contribuições e limitações da pesquisa.

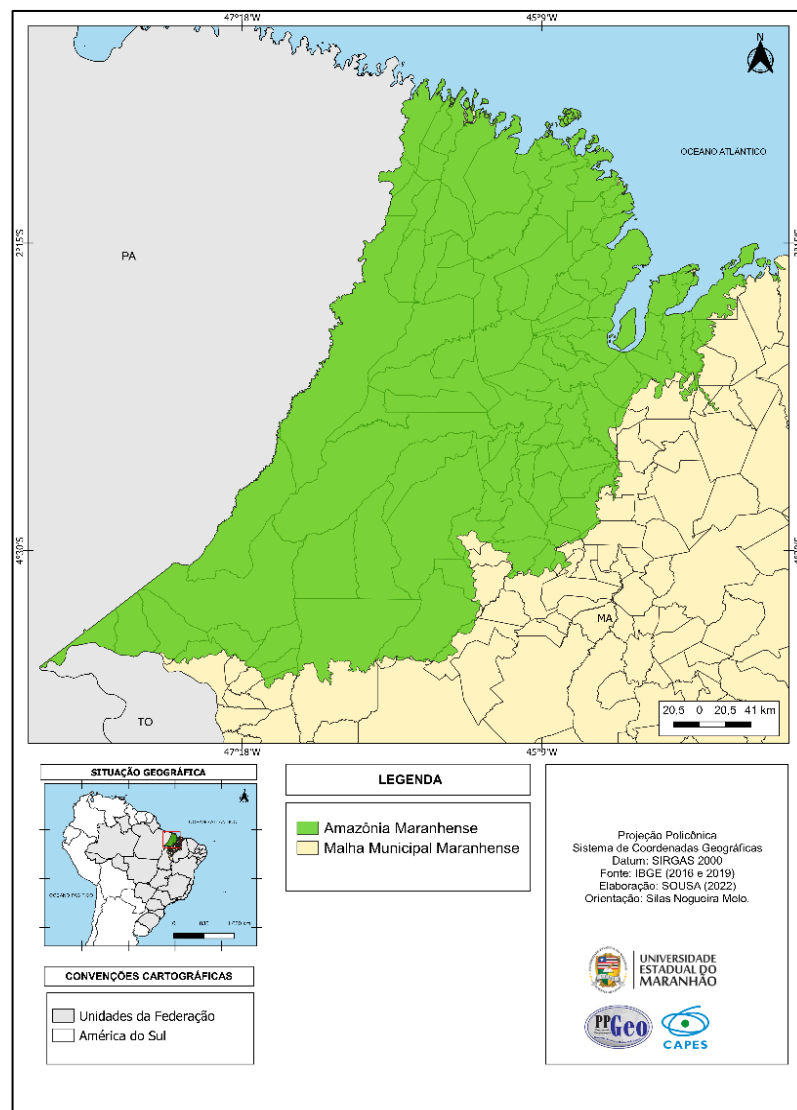
Almeja-se que esta pesquisa contribua para a compreensão dos conflitos de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense e possa fornecer subsídios para a produção de futuras pesquisas e políticas intervencionistas que buscam equilibrar a produção humana com os recursos naturais.

Almeja-se que esta pesquisa contribua significativamente para a compreensão dos conflitos de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense, lançando luz sobre suas complexidades e dinâmicas. Ademais, busca-se fornecer subsídios robustos que não apenas orientem futuras pesquisas, mas também embasem a formulação de políticas intervencionistas eficazes, visando harmonizar a produção humana com a preservação sustentável dos preciosos recursos naturais desse ecossistema.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada na porção ocidental do estado do Maranhão, a Amazônia Maranhense abrange aproximadamente 114.654 km², representando 34,5% do bioma Amazônico do estado, segundo o relatório técnico do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE - MA) de 2020. Ela se caracteriza como um dos domínios morfoclimáticos encontrados no Maranhão, compreendendo 108 municípios. Nesse sentido, essa região ocupa as mesorregiões Oeste e Norte, respectivamente, e as microrregiões de Imperatriz, Pindaré, Gurupi, Litoral Ocidental, Baixada Maranhense, Rosário, Itapecuru Mirim e aglomeração urbana de São Luís, conforme Reschke, Eloi e Silva (2011). A Figura 1 apresenta toda a sua extensão.

Figura 1 - Mapa de Localização da Amazônia maranhense



Fonte: Elaboração Própria (2023).

No entanto, a área total em que o bioma está inserido nem sempre foi essa apresentada anteriormente. Tendo isso em vista, o fator explicativo em relação ao exposto tem relação direta com a própria formação territorial do estado. De acordo com o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) (2010), o estado foi estabelecido por meio do Decreto nº 639 de 12 de junho de 1852, da Lei nº 639 de 12 de junho de 1852 e do Decreto nº 773 de 23 de agosto de 1852, que anexaram as províncias que antes pertenciam aos estados do Pará e Goiás, incluindo os municípios que atualmente são conhecidos como Imperatriz, Turiaçu, Carolina e outras cidades presentes no bioma da Amazônia.

Conforme o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2023 e a quantidade de municípios que compõem a Amazônia maranhense, segundo Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão - MA (2020), foi possível quantificar aproximadamente a população pertencente à área do bioma, totalizando 4.173.933 milhões de pessoas distribuídas por essa região. Esse território é marcado por conflitos de terra e desmatamentos que antecedem o período da República, além de ser o lar de inúmeros povos indígenas que contribuem com sua presença para a preservação de áreas de proteção.

A Amazônia maranhense ocupa uma parte significativa do território do Estado, apresentando uma rica biodiversidade composta por ecossistemas únicos e rios caudalosos que desempenham um papel vital como recursos para as populações locais, sendo essenciais para a sobrevivência dessas comunidades. O clima semi-úmido característico da região onde o bioma está localizado define a porção do território maranhense. Notavelmente, o Estado é parte da Amazônia Legal e se destaca por possuir o menor grau de ocupação em áreas protegidas, apesar do aumento significativo do desmatamento em sua vegetação nativa. Nesse contexto, o Rebio do Gurupi e as terras indígenas desempenham um papel crucial na preservação dos remanescentes da floresta ombrófila (Martins; De Oliveira, 2011).

Em relação aos aspectos socioeconômicos da região, conforme o censo demográfico realizado pelo IBGE em 2022 e dados dos municípios, disponibilizado pelo ZEE-MA (2020), a estimativa da população pertencente à área da Amazônia maranhense equivale a um total de 4.173.933 milhões de pessoas distribuídas por essa região. Esse território é marcado por conflitos de terra e desmatamentos que antecedem o período da república, sendo o lar de inúmeros povos indígenas que contribuem para a preservação

de áreas de proteção, reconhecido pela legislação como uma região destacada pelas leis ambientais implementadas ao longo de sua história.

Representando 61,60% da população do Maranhão, a área em questão abrange muitos municípios. Foi realizada uma seleção dos principais, considerando sua população, área urbanizada, indicadores educacionais, taxa de mortalidade infantil, PIB per capita e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), para fins de análise socioeconômica da região. Assim, desenvolveu-se uma tabela (1) com os dados obtidos pelo IBGE (2022).

Tabela 1 - População, área urbanizada, educação, mortalidade infantil, PIB per capita e IDHM dos principais municípios da Amazônia maranhense

Município	População	Área Urbanizada	Educação	Mortalidade Infantil	PIB per capita	IDHM
São Luís	1.037.775	165,96 km ²	96%	13,09	29.823,95	0,768
Imperatriz	273.110	65,07 km ²	98,4%	10,64	27.880,96	0,731
São José de Ribamar	244.473	54,12 km ²	97,1%	16,59	12.095,58	0,708
Paço do Lumiar	145.643	38,76 km ²	96%	13,91	8.692,87	0,724
Açailândia	106.550	28,63 km ²	97,7%	13,04	23.683,22	0,672
Bacabal	103.711	20,76 km ²	97,2%	14,39	12.869,25	0,651
Santa Inês	85.014	19,67 km ²	97,1%	17,32	14.777,73	0,674
Pinheiro	84.614	17,46 km ²	96,6%	13,47	10.907,53	0,637

Fonte: IBGE- Adaptado pelo autor (2023).

A análise dos últimos censos revela um constante crescimento populacional na área, especialmente notável na capital São Luís, que abriga 1.037.775 milhões de pessoas (Tabela 1). Ao abordar o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), conforme o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (Atlas BR), quanto mais próximo de 1000 esse indicador estiver, maior será o desenvolvimento humano no município.

Seguindo essa lógica, São Luís, Imperatriz, São José de Ribamar e Paço do Lumiar ostentam valores de IDHM considerados altos pelo Atlas BR. Em contrapartida, Açailândia, Bacabal, Santa Inês e Pinheiro são classificados como médios, enquanto a maioria dos municípios não listados na tabela possui IDHM baixo. Essa desigualdade

pode ser explicada pela ênfase dada a esses municípios nas políticas de desenvolvimento na década de 50, incluindo a construção de rodovias que favoreceram a instalação de novos empreendimentos.

Segundo informações do site de notícias G1 do Maranhão (2023), com base em dados do IBGE, aproximadamente 10 municípios do estado estão enfrentando uma situação de extrema pobreza. Destes, seis municípios estão situados na região amazônica do Maranhão, incluindo Grajaú, Central do Maranhão, Cajapió, Peri Mirim, Satubinha e Cajari. Essa realidade reflete desafios socioeconômicos significativos na região, demandando esforços adicionais para o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população local.

Em relação aos seus aspectos econômicos, vale lembrar que a área que compõe a Amazônia Maranhense é muito vasta, e, por isso, possui várias formas de economia. Contudo, as principais atividades estão relacionadas ao extrativismo vegetal e mineral, pesca, agricultura, pecuária, turismo, indústria e comércio. Algumas dessas atividades são mais acentuadas em regiões específicas, mas são as mais comuns nesse território (Fearnside, 2022; Martins, De Oliveira, 2011).

Paralelamente, a Amazônia maranhense tem experimentado um rápido crescimento urbano desde 2005, com um índice de 73,2%. No entanto, em comparação com outros Estados da Amazônia Legal, é a que menos apresentou um aumento significativo em sua urbanização e ocupação, registrando 0,593 em seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (Martins; De Oliveira, 2011). Nesse mesmo cenário, ao abordar as populações originárias e tradicionais no bioma, encontramos ribeirinhos, quebradeiras de coco, quilombolas e povos indígenas como os Guajajaras, Ka'apor e Awá-Guajá, que são os principais afetados por essas transformações.

No período de 2015 a 2021, as cidades de Imperatriz, Pinheiro, Santa Inês e Bacabal foram contempladas com programas de criação e reforma de hospitais macrorregionais, influenciando o atendimento além de suas sedes municipais. Segundo o secretário de saúde do Estado, a meta era descentralizar os atendimentos da capital, buscando proporcionar um acesso mais equitativo aos serviços de saúde de média e alta complexidade para outros municípios do Estado (EMSERI, 2017).

Dessa forma, a região amazônica do Estado exibe um crescimento econômico e populacional constante, mesmo enfrentando conflitos territoriais envolvendo comunidades tradicionais, empresas, criadores de gado e ações estatais. Nessa

perspectiva, os processos históricos desempenham um papel crucial no entendimento dessas questões, assim como na identificação dos amparos legais presentes na região.

3. METODOLOGIA

Durante a execução da pesquisa, observou-se a importância da adoção de determinados procedimentos com o intuito de auxiliar na descrição e na explicação da problemática levantada. Com base nisso, para a realização da mesma, as abordagens qualitativas e quantitativas foram fundamentais no levantamento dos dados, possibilitando averiguar os conflitos de uso e cobertura da terra ao longo dos anos na Amazônia maranhense.

Para compreensão da problemática, foi realizada a pesquisa de gabinete, implicando em suas fases inerentes, ou seja: revisão literária fundamentada em periódicos, artigos, dissertações, monografias, legislações estaduais e federais, manuais técnico-científicos disponibilizados pelo IBGE, MapBiomas e ZEE - Maranhão.

A revisão bibliográfica acerca do processo de uso e ocupação da Amazônia maranhense foi pautada em autores como José Ribamar Trovão, Marlúcia Bonifácio Martins, Tadeu Gomes de Oliveira, Rafael Costa Freiria e Maria do Socorro Cabral, que trabalham em seus artigos, pesquisas e dissertações temas como a Amazônia maranhense, legislação ambiental, as frentes de ocupação e expansão maranhense e o espaço no contexto da globalização. Esses autores foram essenciais para o entendimento das temáticas que envolvem a problemática da pesquisa. A seguir, o Quadro 1 apresenta os principais autores e obras utilizados:

Quadro 1 - Principais autores e obras acerca do processo de uso e ocupação da Amazônia maranhense.

Autores	Obras	Ano
Irisnete Santos de Melo	As Fronteiras Móveis da Amazônia Maranhense	2021
Caderno Nova Cartografia	Devastação e lutas sociais na Amazônia maranhense	2014
Marlúcia Bonifácio Martins e Tadeu Gomes de Oliveira	Amazônia Maranhense: diversidade e conservação	2011
José Ribamar Trovão	Evolução política-administrativa do Estado do Maranhão	2010

	O processo de ocupação do território maranhense	2008
Luís Antônio Coimbra Borges, José Luiz Pereira de Rezende e José Aldo Alves Pereira	Evolução da legislação ambiental no Brasil	2009
Maria do Socorro Coelho Cabral	Caminhos do Gado	1992

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Além disso, essa fase é caracterizada pela aquisição de dados vetoriais para a confecção dos mapas temáticos, os quais podem ser entendidos como uma "representação plana da área delimitada por acidentes naturais, político-administrativos, com fins temáticos, culturais ou ilustrativos" (IBGE, 1998, p. 25).

A seguir é explicado cada procedimento na fase processual dos dados:

Todos os mapas foram produzidos no software livre Qgis, versão 3.22.13, onde foram aplicados alguns procedimentos técnicos, expressados no Quadro 2, no qual são mostrados os métodos e as fontes de dados usados na confecção dos mapas que caracterizam a área.

Quadro 2 - Métodos e base de dados cartográficos

Produto cartográfico	Método cartográfico	Fonte dos dados
Mapa de localização	Categorizado em cor única para apresentar a Amazônia maranhense e dimensionar todo o seu território.	Dados vetoriais extraídos do IBGE no Portal de mapas, disponível em (https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa222600)
Mapa de Conflitos	Categorização em cores diferenciadas em cada zona climática.	Dados vetoriais retirados do Portal de Mapas do IBGE (https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa221215)
Mapas de uso e cobertura da terra entre os anos dos anos de 1985, 1995, 2005, 2015, 2019	Categorizado em diferentes cores para distinguir cada tipo de uso contido nos manuais do Mapbioma.	Dados raster extraídos do Mapbiomas e Google Earth Engine disponíveis em (https://mapbiomas.org/) e (https://earthengine.google.com/)

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Os dados dos mapas de caracterização da área e da identificação do uso e cobertura da terra, após serem extraídos das fontes referenciadas no quadro anterior, foram adicionados no software, usando a extensão Shapefile (SHP*). As informações coletadas receberam os devidos tratamentos de acordo com a necessidade de cada um para que, ao

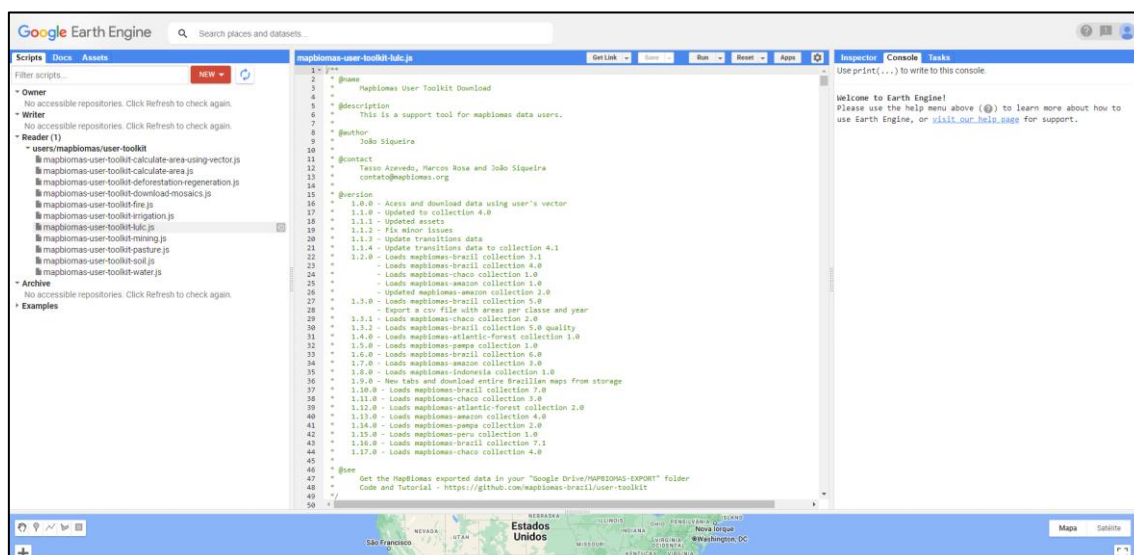
final, fossem elaborados os layouts com as informações cartográficas (legenda, escala, fonte etc).

3.2 Aquisição dos dados do MapBiomias

A aquisição das imagens de satélite referentes ao uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense foram retiradas do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias) (<https://mapbiomas.org/>), que se trata de uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa de especialistas dos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação. Utilizando processamento em nuvem e classificadores automatizados, desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine, com a finalidade de gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil.

Inicialmente foi feita a adição do plugin Toolkit localizado em Downloads no Mosaico Landsat, acessou-se o Google Earth Engine – GEE (<https://code.earthengine.google.com/>), que apresenta vários scripts a nível mundial voltados para os estudos geoambientais da superfície terrestre (Figura 2).

Figura 2 - Captura de tela do script do GEE.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Para este trabalho, foi empregado o script desenvolvido pelo pesquisador João Siqueira, responsável por decodificar as imagens Landsat (TM, ETM+ e OLI). O script realizou um filtro para a escala temporal de 1985 a 2021, gerando assim o mosaico de uso

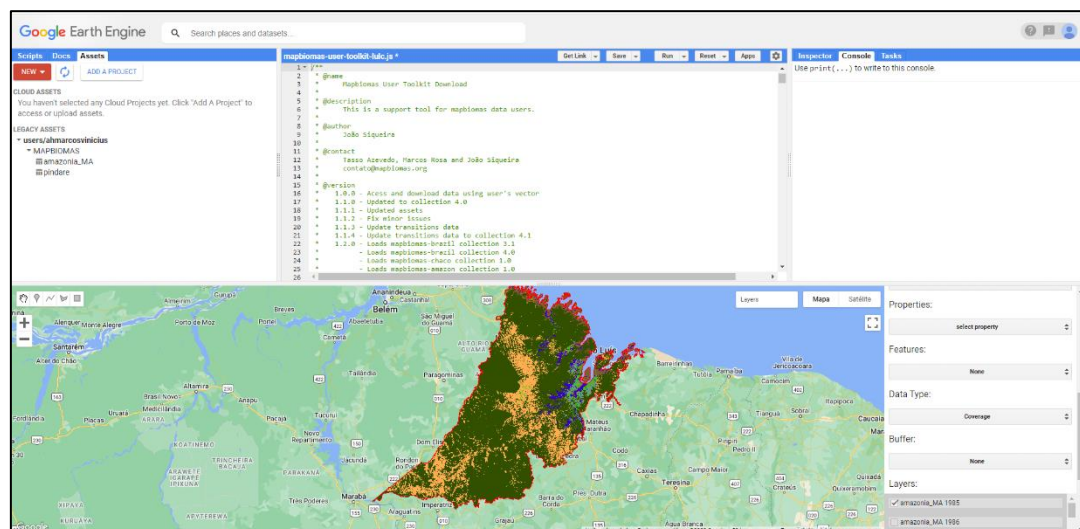
e cobertura da terra para todos os estados brasileiros, conforme apresentado na Figura 3. Destacamos que, dado o recorte da área para o bioma em questão, o polígono do bioma Amazônico maranhense foi indicado no script para as escalas temporais de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, conforme visualizado na Figura 4.

Figura 3 - Captura de tela do mosaico de uso e cobertura para todo o Brasil



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Figura 4 - Captura da delimitação da área de estudo no GEE



Fonte: Elaboração Própria (2023).

No projeto MapBiomias, as imagens de uso e cobertura da terra são fornecidas no formato GeoTIFF e possuem uma resolução espacial de 30 metros por 30 metros. Para produzir essas imagens, o MapBiomias utiliza dados de sensoriamento remoto dos satélites Landsat de diferentes gerações, que variam do Landsat-1 ao Landsat-7 (MapBiomias, 2019).

Neste sentido, o projeto Mapbiomas utiliza os sensores e as respectivas bandas para cada geração do Landsat:

1. Landsat-1 a Landsat-5:

- Sensor: Multispectral Scanner System (MSS)
- Bandas: Esses satélites possuem quatro bandas espectrais (bandas 4, 5, 6 e 7). As bandas 4 e 5 têm uma resolução espacial de 60 metros, enquanto as bandas 6 e 7 têm uma resolução espacial de 120 metros.

2. Landsat-7:

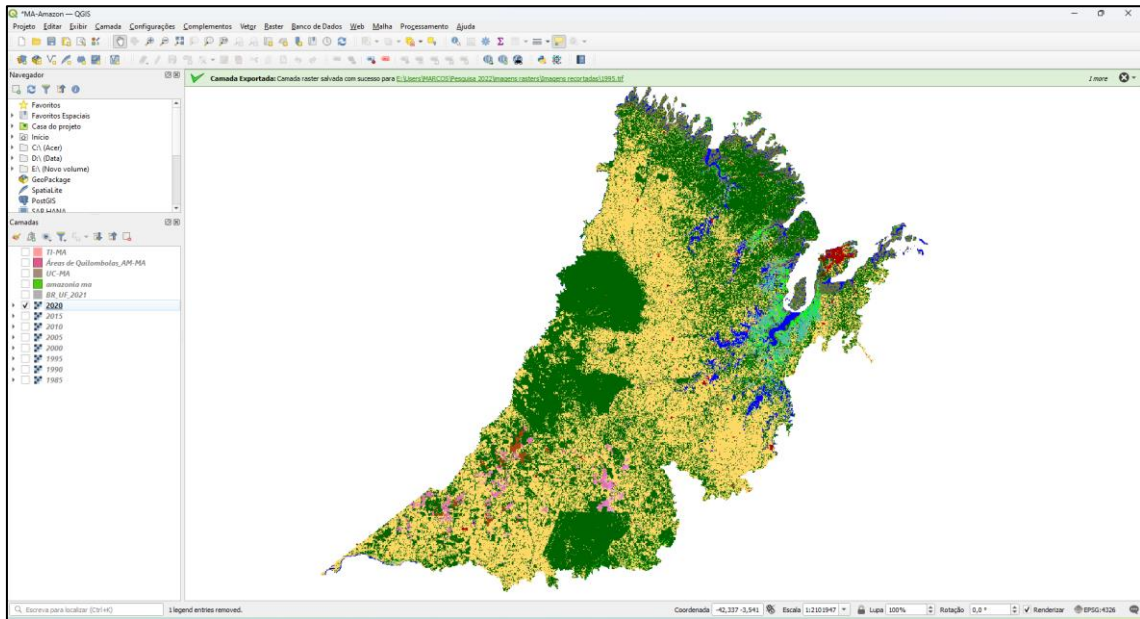
- Sensor: Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
- Bandas: O Landsat-7 possui sete bandas espectrais (bandas 1 a 5, 7 e 8). As bandas 1 a 5 e 7 têm uma resolução espacial de 30 metros, enquanto a banda 8 (banda pancromática) tem uma resolução espacial de 15 metros.

A pesquisa utiliza dados da Coleção 7, que representa a última atualização do projeto até o presente momento. Optou-se por extrair dados do MapBiomas devido à disponibilidade temporal que a plataforma oferece, além de apresentar informações sobre as tipologias de uso e cobertura já classificadas. Isso possibilita a redução do tempo necessário para a classificação das imagens. Vale ressaltar que a acurácia geral do MapBiomas para o bioma amazônico é aproximadamente 96,8%, com uma discordância de apenas 2,1% (MapBiomas, 2019), o que eleva significativamente o grau de confiabilidade da plataforma. Além disso, todos os dados são armazenados em nuvem, contribuindo para a economia de espaço tanto interno quanto externo.

3.3 Manipulação dos dados de uso e cobertura da terra

Cada imagem baixada no GEE possui uma tabela com informações dos dados de cada classe, quantidade de pixel e a área em cm². As imagens foram classificadas automaticamente no software Qgis versão 3.22, estabelecendo parâmetros de cores para cada classe conforme consta no Manual de cores da Coleção 7 do MapBiomas (Figura 5).

Figura 5 - Captura do bioma das tipologias de uso e cobertura categorizadas



Fonte: Elaboração Própria (2023).

As tabelas adquiridas foram essenciais para realizar o cálculo de área automatizado no Qgis, onde, pela calculadora raster, efetuamos a transformação de cm^2 para km^2 (Figura 6). Posteriormente, efetuamos o cálculo de porcentagem ($P\%$) para cada classe no Excel, dividindo a área de cada classe em km^2 pela soma total de todas as áreas multiplicadas por 100, conforme consta na fórmula a seguir:

$$P\% = \frac{A1....Ax}{\varepsilon} \times 100$$

Onde:

A – área em km^2 de cada classe;

ε – Soma de todas as classes em km^2 .

Figura 6 - Captura da tabela extraída e importada no Excel

value	count	deg2	
0	202642345	14.71737276	
3	84531076	6.1928648	
4	2332290	0.169388	
5	4460757	0.32397288	
11	3266776	0.23663095	
12	1831742	0.13383453	
15	25604922	1.85961716	
21	59	0.00000429	
23	38589	0.00280254	
24	141531	0.01027902	
25	5	0.00000036	
30	11328	0.00082272	
32	282806	0.00953845	
33	3576671	0.25975681	
41	1829	0.0013284	

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Por fim, fizemos o comparativo de mudanças pela diferença ocorrida na série quinquenal, permitindo observar as variações de uso e cobertura na Amazônia maranhense. Essas variações foram intrínsecas, pois evidenciam as áreas de perda e ganho florestal e qual atividade tem ocorrido pontualmente (Figura 7).

Figura 7 - Captura dos dados organizados para avaliar a perda e o ganho da floresta

Arquivo

Página Inicial

Inserir

Layout da Página

Fórmulas

Dados

Revisão

Exibir

Ajuda

Diga-me o que você deseja fazer

Recortar

Copiar

Colar

Formatar

Formatar como Tabela

Normal

Bom

Neutro

Avançado

Formatação Condicional

Formatar como Tabela

Avançado

Formatação

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

Formatar

<

Fonte: Elaboração Própria (2023).

3.4 Tipologias de Uso e Cobertura da Terra encontradas na Amazônia maranhense

Para compreensão das mudanças de uso e cobertura na Amazônia maranhense, analisou-se a área correspondente a cada classe identificada no território estudado. Nesse sentido, as análises das classes foram estruturadas a fim de levantar a porcentagem de cada classe de uso e cobertura da terra e seus principais efeitos no desflorestamento da Amazônia maranhense em uma análise multitemporal, abrangendo os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Nessa conjuntura, todas as tipologias de classes encontradas na Amazônia maranhense foram utilizadas na classificação dos usos. Para melhor compreensão, todas as 16 classes podem ser encontradas no Quadro 3.

Quadro 3 - Descrição das legendas das classes de uso e cobertura da terra encontradas na Amazônia maranhense.

Classes de Uso e Cobertura da Terra	
Formação florestal	Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Sempre-Verde, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Savana Arborizada, Áreas que sofreram ação do fogo ou exploração madeireira, Floresta resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes de vegetação primária. Floresta Ombrófila Aberta Aluvial estabelecida ao longo dos cursos de água, ocupa as planícies e terraços periodicamente ou permanentemente inundados, que na Amazônia constituem fisionomias de matas-de-várzea ou matas-de-igapó, respectivamente (MapBiomias, 2022).
Formação savana	Formação vegetal aberta com um estrato arbustivo e/ou arbóreo mais ou menos desenvolvido, estrato herbáceo sempre presente (MapBiomias, 2022).
Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal (MapBiomias, 2022).
Silvicultura	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto) (MapBiomias, 2022).
Campo alagado e área pantanosa	Vegetação de várzea ou campestre que sofre influência fluvial e/ou lacustre (MapBiomias, 2022).
Formação campestre	Savana, Savana Parque (Marajó), Savana-Estépica (Roraima), Savana Gramíneo-Lenhosa, Campinarana, para regiões fora do Ecótono Amazônia/Cerrado. E para regiões dentro do Ecótono Amazônia/Cerrado predominância de estrato herbáceo (MapBiomias, 2022).
Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas à atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas (MapBiomias, 2022).
Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura (MapBiomias, 2022).

Praia, Duna e areal	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo (MapBiomias, 2022).
Outras áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes (MapBiomias, 2022).
Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação por ação antrópica (MapBiomias, 2022).
Rio, lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água (MapBiomias, 2022).
Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja (MapBiomias, 2022).
Outras Lavouras temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir (MapBiomias, 2022).

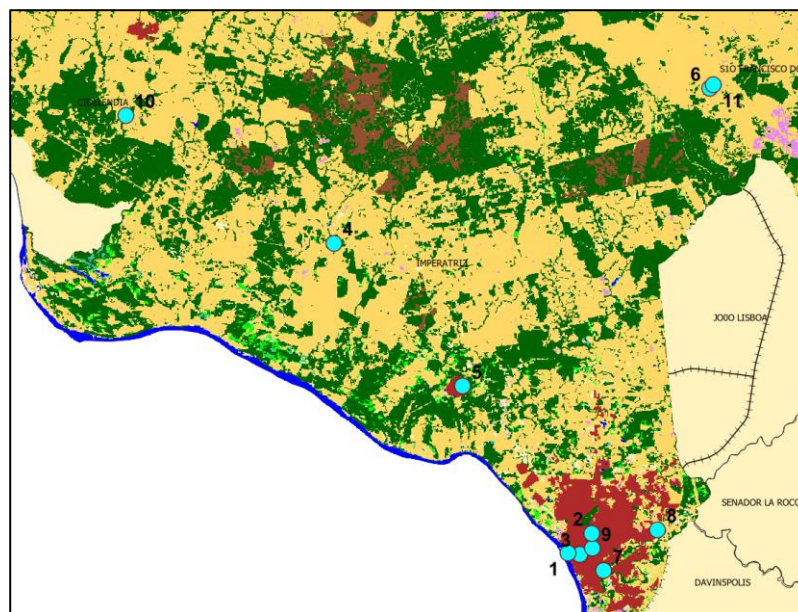
Fonte: Elaboração Própria (2023).

3.5 Reconhecimento de uma pequena porção da Amazônia maranhense por meio de trabalho de campo

Com o objetivo de averiguar uma pequena, mas representativa, parcela da Amazônia maranhense, foi realizado um trabalho de campo no município de Imperatriz e nas adjacências das cidades de São Francisco do Brejão, Cidelândia e do povoado Coquelândia, nos dias 14 a 19 de novembro de 2022.

Com o auxílio do QGIS e do aplicativo de mapeamento QField, foram coletados 11 pontos ao longo do trajeto (Figura 8). O QField é um projeto paralelo ao QGIS, construído para utilização em dispositivos móveis, principalmente smartphones e tablets, para atividades de campo (QGISBrasil, 2021). Está disponível no Google Play e funciona em sistema operacional Android, podendo ser adquirido gratuitamente. Além da ferramenta QField, também foi utilizada uma câmera fotográfica, agenda de anotações e caneta, que contribuíram para registros de coordenadas e dos ambientes observados.

Figura 8 - Pontos elaborados no QField.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

3.6 Análise da acurácia dos pontos obtidos em campo

A análise de acurácia dos pontos obtidos em campo, em comparação com as imagens de campo e as imagens de satélite de uso e cobertura da terra disponíveis no MapBiomas, foi realizada por meio do plugin AcATaMa (Classificação para Avaliação de Acurácia de Mapas Temáticos). Esse plugin foi desenvolvido para avaliação de acurácia em classificação de uso da terra/cobertura da terra, abrangendo classificações supervisionadas/não supervisionadas ou qualquer tipo de mapa temático.

Este plugin fornece suporte abrangente para amostragem, design de resposta e estimativa dentro de um quadro de inferência baseado em design. O objetivo principal do AcATaMa é equipar os usuários com as ferramentas necessárias para cumprir as orientações internacionais e as melhores práticas para o design de amostragem, estimativa de áreas e mudanças de categoria de terra e avaliação da acurácia do mapa (SMBYC, 2023).

Inicialmente foi selecionada a imagem raster de uso e cobertura da terra correspondente ao ano de 2020 e selecionadas as suas classes para uma amostragem aleatória estratificada (Figura 9).

Figura 9 - Amostragem aleatória estratificada

The screenshot shows the A&cATaMa software interface with the 'Thematic Map' window. The 'Sampling design' tab is active, and the 'Stratified Random Sampling' method is selected. The 'Categorical Map' section shows a dropdown menu with 'amazonia_imperatriz_sirgas_200' selected. The 'Stratified Random Sampling Method' section shows a dropdown menu with 'Fixed values by category (manually)' selected. Below this is a table with columns 'Pix Val', 'Color', and 'Num Samples'.

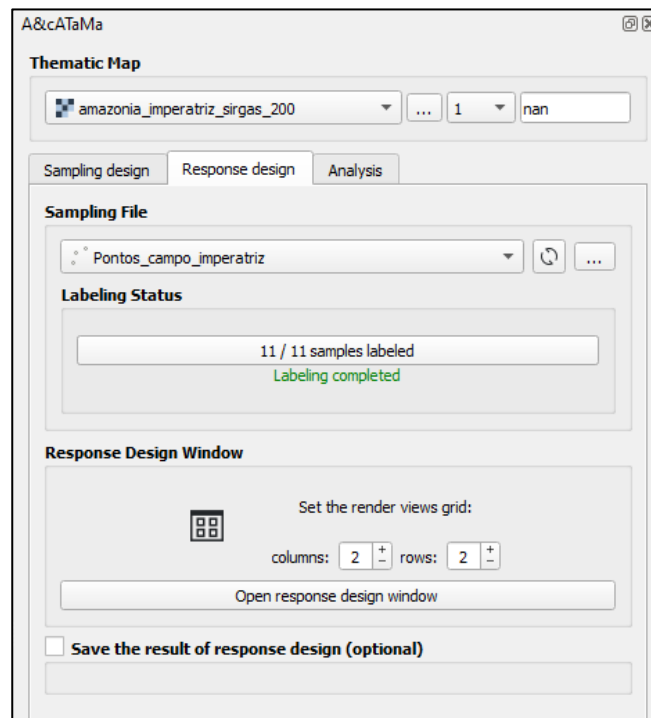
Pix Val	Color	Num Samples
3	Dark Green	0
4	Bright Green	0
5	Dark Brown	0
9	Light Brown	0
11	Teal	0
12	Light Green	0
15	Yellow	0
21	Light Yellow	0
23	Red	0
24	Dark Red	0
30	Purple	0
32	Dark Green	0
33	Blue	0
39	Light Blue	0
41	Pink	0

Total number of samples: 0

Fonte: reprodução da pesquisa, 2023.

Em seguida, na aba Design de resposta, foram selecionados os pontos coletados através do trabalho de campo, conforme ilustrado na Figura 10.

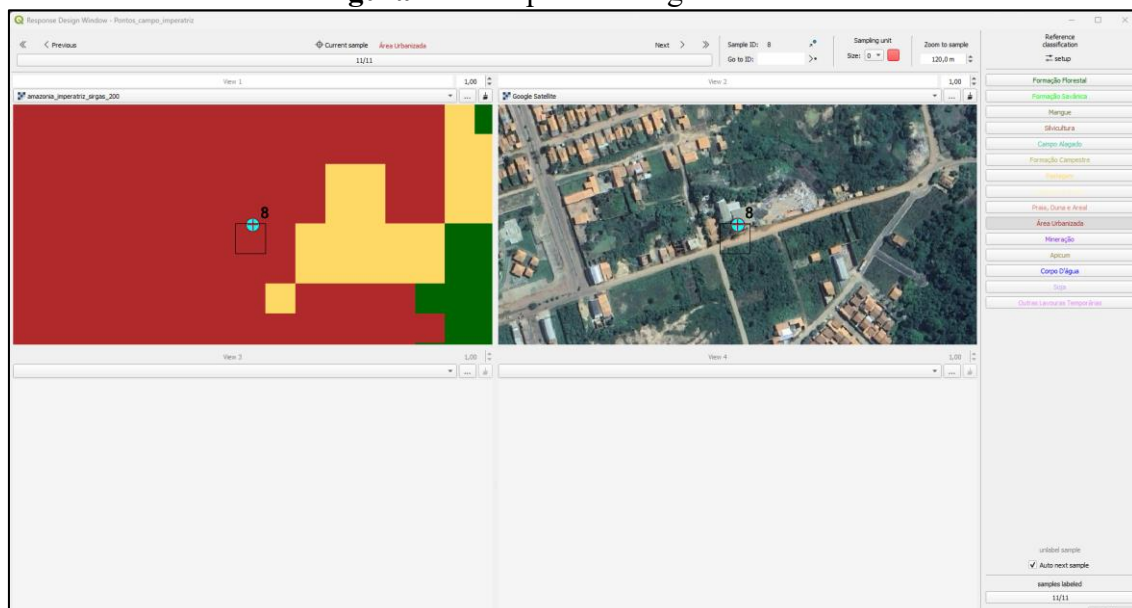
Figura 10 - Design de resposta



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Assim, usando o Response Design Window visualizou-se os pontos coletados no campo, imagens de uso e cobertura da terra e suas classes, além do uso da ferramenta google satélite que permite comparar tais usos (Figura 11).

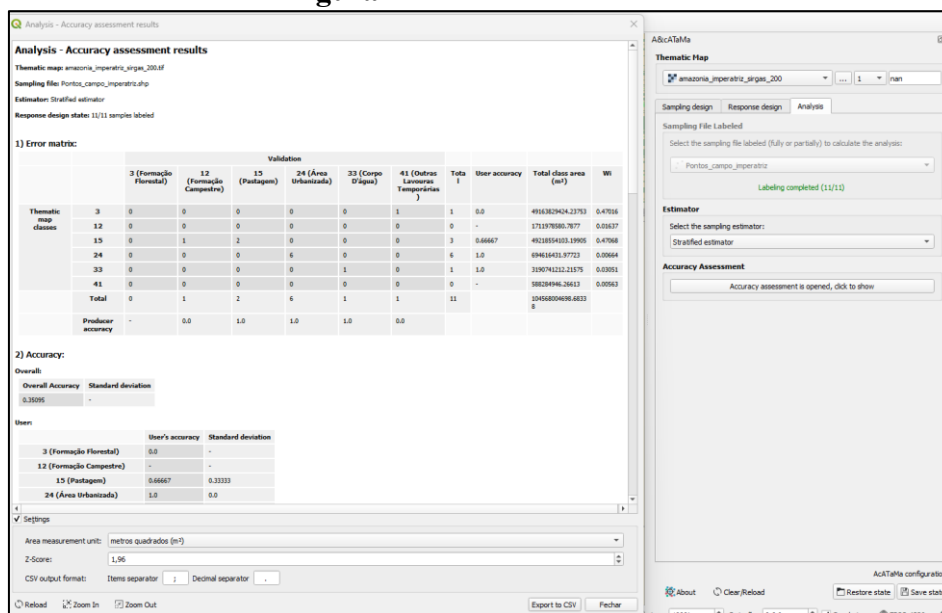
Figura 11 - Response Design Window.



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Por fim, este plugin fornece a análise de acurácia por meio de uma matriz de erro que pode ser exportada em formato CSV como mostra a figura 12.

Figura 12 - Matriz de erro



Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Os resultados da análise de acurácia revelaram uma concordância significativa entre os pontos coletados em campo e as classes atribuídas nas imagens de satélite, demonstrando a confiabilidade do mapeamento realizado.

3.7 Análise comparativa de uso e cobertura da terra com base no método de covariância (ANCOVAS)

A análise de covariância é utilizada em estudos nos quais o objetivo é comparar médias entre dois ou mais grupos, uma vez que a relação entre as variáveis do estudo pode ser influenciada por uma terceira variável. Essa variável é denominada de covariável, variável auxiliar ou variável concomitante, e pode ser contínua, representando uma fonte de variação que não foi controlada no experimento, e deve ser incluída na análise estatística (Roriz, 2018).

De acordo com Roriz (2018), a análise de covariância (ANCOVA) é uma extensão da análise de variância (ANOVA). Mas, diferente da ANOVA, a ANCOVA pode incluir

uma ou mais covariáveis. Assim, para utilizar esse modelo é necessário verificar se a covariável está linearmente relacionada à variável resposta.

Para analisar o efeito da presença de Áreas de Proteção na mudança de uso da terra, foram realizadas análises de covariância (ANCOVA). As informações percentuais de cada classe de uso da terra foram obtidas através das tabelas de atributos extraídas das imagens de satélite, onde foi feito um cálculo estatístico por área.

Este procedimento foi descrito no tópico anterior, a taxa de mudança de uso da terra foi calculada, dada pela fórmula $R_i = A_c - A_l$. Onde R_i é a taxa de mudança de uso da terra para o ano i , A_c é a porcentagem de área ocupada pela classe no ano atual e A_l é a porcentagem de área ocupada pela classe no último ano medido. Posteriormente, para cada classe de uso da terra, foi realizada uma ANCOVA, na qual os anos foram a covariável, a presença de regiões foi a variável categórica e as taxas de mudança de uso da terra foram as variáveis dependentes.

Para relacionar as mudanças nos usos de uso e cobertura da terra de acordo com as classes existentes ao longo dos anos na Amazônia maranhense, foram construídas matrizes de correlação para cada uma das áreas de estudo, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Matriz de correlação entre as áreas de cada tipo de uso do solo ao longo dos anos. * para $p < 0.05$, ** para $p < 0.01$ e *** para $p < 0.001$.

	Classes	Pastagem	Formação Florestal	Agricultura	Pastagem	Formação Savânica
Munim	Formação Florestal	0.65				
	Agricultura	0.39	0.54			
	Pastagem	-0.76	-0.08	-0.40		
	Formação Savânica	-0.84	-0.96*	-0.49	0.33	
	Área Urbanizada	0.89*	0.87	0.69	-0.55	-0.95*
Pindaré	Formação Florestal	0.66				
	Agricultura	-0.16	-0.61			
	Pastagem	-0.67	-1.00***	0.58		
	Formação Savânica	0.69	0.99***	-0.50	-0.99**	
	Área Urbanizada	-0.53	-0.95*	0.81	0.93*	-0.89

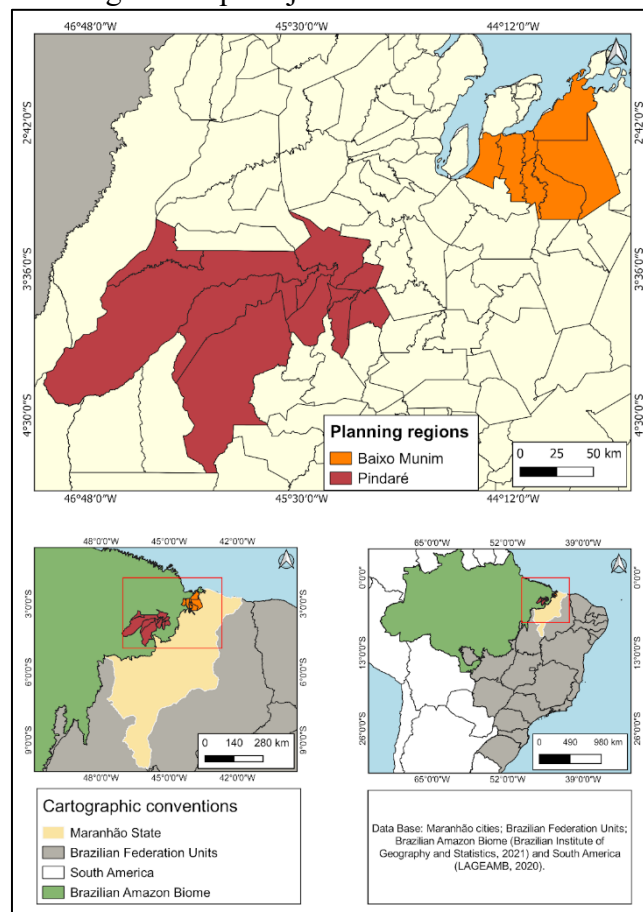
Fonte: Elaboração Própria (2023).

Esse capítulo da pesquisa busca preencher essa lacuna realizando uma avaliação da mudança de uso da terra nas regiões de planejamento do Baixo Munim e do Pindaré, duas áreas contidas na Amazônia brasileira. A primeira região tem o status de proteção

legal, ao contrário da segunda região que possui mínima proteção, levando-nos a analisar, em uma escala temporal de 35 anos, os efeitos que as Unidades de Conservação possuem na Amazônia. A avaliação consiste em técnicas de sensoriamento remoto e análise estatística com o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A área de estudo (Figura 13) compreende duas regiões de planejamento situadas no Nordeste da Amazônia Brasileira: Baixo Munim e Pindaré. A Região do Baixo Munim está ao Norte do estado do Maranhão enquanto a do Pindaré no centro-oeste, ambas inseridas no bioma amazônico. Segundo o ZEE - MA (2019), suas posições geográficas contribuem para que apresentem peculiaridades climáticas, devido à forte atuação da Floresta Equatorial úmida (Ab'Saber, 2003 *apud* Costa, 2019).

Figura 13 - Regiões de planejamento do Baixo Munim e Pindaré.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

A Região de Planejamento do Baixo Munim abrange sete municípios e faz parte de duas áreas de proteção ambiental sendo mais significativa a Área de Proteção Ambiental de Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças, a qual perpassa todos os municípios da região e em menor proporção está a Área de Proteção Ambiental Baixada Maranhense.

Além destas, a região possui a Reserva Extrativista da Baía do Tubarão que fica localizada em apenas um município (Sousa, 2021) (Tabela 10).

A Região de Planejamento do Pindaré possui áreas protegidas em alguns municípios, abrangendo tanto a Reserva Biológica do Gurupi, que é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (Sousa, 2021) e Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (Unidade de Proteção Sustentável) (Tabela 3).

Tabela 3 – Áreas de Proteção de cada região em km².

Baixo Munim região de planejamento			
Cidades	Categoria da Unidade de Proteção	Total area (km²)	Protection area (km²)
Axixá	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	20.315,30	20.315,30
Bacabeira	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	61.558,90	17.137,44
Cachoeira Grande	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	70.562,50	68.266,65
Icatu	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	144.877,80	144.877,80
Morros	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	171.517,10	170.194,22
Presidente Juscelino	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de Proteção Ambiental (APA)	35.469,60	34.640,78
Rosário	Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças Área de	68.503,60	67.586,19

	Proteção Ambiental (APA)		
Pindaré região de planejamento			
Cidades	Categoria da Unidade de Proteção	Área total (km²)	Área de Proteção (km²)
Alto Alegre do Pindaré	Sem Unidades de Proteção	0	0
Bela Vista do Maranhão	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	14.795,4	2.604,14
Bom Jardim	Gurupi – Reserva Biológica (RESEX)	659.053,10	117.457,85
Igarapé do Meio	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	36.868,5	35.888,64
Monção	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	123.991,3	82.737,61
Pindaré Mirim	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	27.352,6	9.486,91
Pio XII	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	54.514	36.761
Santa Inês	Baixada Maranhense Área de Proteção Ambiental (APA)	78.668,9	1.725,78
Santa Luzia	Gurupi – Reserva Biológica (RESEX)	0	0
São João do Carú	Gurupi – Reserva Biológica (RESEX)	90.807,7	10.812,08
Satubinha	Baixada Maranhense Environmental Protection Area	44.181,1	11.24,19
Tuflândia	Sem Unidades de Proteção	0	0

Fonte: Elaboração Própria (2023).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Uso e cobertura da terra: conceituação e aplicação na Amazônia brasileira

O uso e cobertura da terra englobam as diferentes formas como os seres humanos ocupam e utilizam o espaço terrestre, bem como a distribuição e as características da vegetação e dos diferentes tipos de solo presentes. Esses aspectos são fundamentais para compreendermos como as atividades humanas interagem com o meio ambiente e quais impactos podem ocorrer. A análise do uso e cobertura da terra nos permite investigar a forma como os recursos naturais são utilizados, a expansão de áreas urbanas, a preservação de ecossistemas naturais e outros padrões de ocupação do território. Esses conceitos estão intrinsecamente relacionados e são fundamentais para compreender as transformações ocorridas no ambiente natural decorrentes das atividades humanas.

Neste trabalho, adotaremos a definição de uso e cobertura da terra apresentada pelo IBGE (2013). Segundo o IBGE, a cobertura da terra abrange elementos naturais, como a vegetação natural e plantada, a água, o gelo, a rocha nua, a areia e outras superfícies similares, bem como as construções artificiais criadas pelo ser humano que recobrem a superfície terrestre. Além disso, o uso da terra refere-se às atividades humanas realizadas nesse espaço, como agricultura, pecuária, áreas urbanas, áreas industriais, entre outras formas de ocupação e utilização do território. A escolha desta definição é baseada no fato de que o IBGE é considerado a principal referência bibliográfica oficial do Brasil sobre o tema.

É importante ressaltar que, apesar das escolhas metodológicas e práticas adotadas, existem diversas perspectivas acerca do uso e cobertura da terra, ou apenas uso da terra, apresentadas por diferentes autores. Turner *et al.* (1994), por exemplo, definem que o uso da terra se refere ao tipo de atividade que ocorre em uma determinada área terrestre, enquanto a cobertura da terra se refere à classe de recursos terrestres que cobrem essa mesma área.

Nesse sentido, os autores O'Brien e Kinnaird (2008) afirmam que a cobertura da terra é uma descrição da superfície terrestre, enquanto o uso da terra é uma descrição das atividades humanas associadas a essa mesma superfície. Assim, a compreensão das dinâmicas de uso e cobertura é fundamental para abordar questões ambientais e socioeconômicas, como mudanças climáticas, conservação da biodiversidade, produção de alimentos e água (Defries *et al.*, 2010).

No entanto, autores como Lambin propõem que o uso e cobertura da terra são interdependentes e devem ser analisados em conjunto para se compreender os impactos das atividades humanas no meio ambiente. Em seu trabalho intitulado "Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions", Lambin, Geist e Lepers (2003) afirmam que a análise separada do uso e da cobertura da terra pode levar a conclusões equivocadas sobre os impactos ambientais das atividades humanas, uma vez que esses fenômenos são interdependentes e influenciam mutuamente suas dinâmicas.

Essa visão é corroborada por Ellis e Ramankutty (2008), os quais argumentam que a mudança no uso da terra é um processo complexo e interdependente, que envolve não apenas a conversão de um tipo de cobertura da terra em outro, mas também a modificação das características do solo e da vegetação remanescente.

Medeiros (2018) afirma que os estudos sobre o uso e cobertura da terra começaram a ganhar destaque a partir da década de 1980, em função da preocupação com o intenso desmatamento das florestas tropicais, consideradas os ecossistemas mais ricos do planeta. Além disso, foram desenvolvidos estudos voltados para o reconhecimento e padrões de uso da terra, com o objetivo de apoiar as análises da paisagem e a incorporação de técnicas de sensoriamento remoto.

Neste sentido, Laurance, Sayer e Cassman (2014) afirmam que o desmatamento é uma das principais ameaças às florestas tropicais, sendo impulsionado por atividades humanas, tais como a expansão agrícola e a exploração madeireira. DeFries *et al.* (2002) argumentam que o desmatamento é um processo complexo, influenciado por diversos fatores, como mudanças na demanda por produtos agrícolas e madeireiros, políticas governamentais e pressões sociais.

Desta forma, a fim de reduzir o desmatamento em florestas tropicais, são necessárias mudanças significativas nas práticas agrícolas e na gestão da terra, bem como políticas governamentais efetivas para incentivar a conservação desses ecossistemas (Nepstad *et al.*, 2009).

Por sua vez, pesquisas acerca do uso e cobertura da terra na Amazônia brasileira são essenciais para compreender a sua rica biodiversidade, classificar os diferentes tipos de usos presentes, identificar as tendências de uso desses recursos e avaliar a sustentabilidade das atividades econômicas na região, uma vez que as mudanças na cobertura da terra na Amazônia brasileira têm implicações significativas para o clima regional e global, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Maeda *et al.*, 2021).

Assim como nas florestas tropicais, o desmatamento é o principal fator de mudança na cobertura da terra na Amazônia brasileira, sendo impulsionado pela expansão das atividades agrícolas e pecuárias. Esses impactos vão além da perda de biodiversidade e incluem alterações no ciclo hidrológico, no clima regional e global, bem como na qualidade do solo (Houghton *et al.*, 2012; Fearnside, 2005).

Dentre as alternativas possíveis para manter a biodiversidade na região, está a intensificação sustentável da agricultura e da pecuária, por meio do uso de práticas agroflorestais e sistemas silvipastoris. Essas práticas podem contribuir para a redução do desmatamento e a conservação da biodiversidade na Amazônia (Nepstad *et al.*, 2014). Além disso, destacam-se a criação de corredores ecológicos e a restauração de áreas degradadas, as quais têm o potencial de conectar fragmentos de floresta e aumentar a diversidade de espécies na região amazônica (Sacco *et al.*, 2021).

Por fim, propõe-se, de acordo com Laurance *et al.* (2012), que a implementação de políticas públicas para incentivar a criação de reservas particulares do patrimônio natural e a concessão de créditos de carbono para a conservação da floresta podem ser alternativas eficazes para a preservação da biodiversidade na Amazônia.

4.3 Conflitos de uso da terra na Amazônia maranhense

Os conflitos de uso e cobertura da terra referem-se a disputas decorrentes da modificação do uso da terra e sua distribuição espacial, as quais podem impactar negativamente a biodiversidade, o clima e as condições de vida das populações locais. Neste sentido, Turner *et al.* (1995) afirmam que os conflitos de cobertura da terra são resultado de mudanças na paisagem, que podem ser causadas por diferentes fatores, como o desmatamento, a expansão urbana e a atividade agropecuária. Atrelados a isto, os conflitos de uso da terra são frequentemente causados por interesses divergentes entre os atores envolvidos, incluindo questões de propriedade, uso e conservação dos recursos naturais (Souza. *et al.*, 2020).

Esses conflitos de uso e cobertura da terra podem estar associados a diversas atividades, tais como a expansão agrícola e pecuária, a urbanização, a extração de recursos naturais, entre outras (Geist; Lambin, 2002). Essas mudanças podem provocar impactos ambientais e socioeconômicos, como a perda da vegetação nativa, a degradação dos ecossistemas, a poluição, o aumento da temperatura, a erosão e outras problemáticas.

Turner *et al.* (1995) afirmam que os conflitos de cobertura da terra são resultado de mudanças na paisagem, que podem ser causadas por diferentes fatores, como o

desmatamento, a expansão urbana e a atividade agropecuária. Atrelados a isto, os conflitos de uso da terra são frequentemente causados por interesses divergentes entre os atores envolvidos, incluindo questões de propriedade, uso e conservação dos recursos naturais (Geist; Lambin, 2002; Souza *et al.*, 2020). Essas mudanças podem provocar impactos ambientais e socioeconômicos, como a perda da vegetação nativa, a degradação dos ecossistemas, a poluição, o aumento da temperatura, a erosão do solo e outras problemáticas.

Além disso, esses conflitos podem gerar tensões sociais, como a disputa por recursos naturais, a exclusão de populações tradicionais e a violação de direitos humanos. Conflitos de uso da terra referem-se a situações em que diferentes atores têm reivindicações conflitantes sobre o acesso e uso da terra (Kohlhepp, 2002).

Na Amazônia brasileira, os principais conflitos de uso e cobertura da terra decorrem da disputa pela propriedade e ocupação do território. Esses conflitos estão associados a diferentes fatores, tais como o desmatamento, a expansão da agricultura e pecuária extensiva, os conflitos envolvendo terras indígenas e Unidades de Conservação, a exploração mineral e a construção de infraestruturas (Margulis, 2003). Essas disputas refletem interesses diversos, muitas vezes conflitantes, entre diferentes atores sociais, como comunidades tradicionais, empresas, agricultores, povos indígenas e organizações ambientalistas

O desmatamento na Amazônia é um dos maiores problemas ambientais da atualidade. A perda de floresta tem impactos significativos sobre a biodiversidade, o clima e as comunidades locais, além de ser uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa no Brasil (Fearnside, 2006).

De acordo com o MapBiomas (2022), os dados de uso e cobertura da terra de 1985 a 2021 mostram que a Amazônia brasileira perdeu 12% de sua área de floresta em 37 anos, resultando em uma perda líquida de floresta de 44 milhões de hectares, o que equivale a dez vezes a área de todo o estado do Rio de Janeiro. Até o ano passado, a área de floresta ocupava 78,7% do bioma.

Outra informação importante é que, entre os anos de 1985 e 2021, 44,5 milhões de hectares de vegetação nativa — que incluem formações florestais, savânicas, campestres, áreas úmidas e mangues — foram convertidos para agropecuária. Em 2021, essa atividade ocupava 15% do bioma, constituindo-se como seu principal vetor de desmatamento. Nos últimos 37 anos, as pastagens triplicaram, passando a ocupar 13% do bioma. De todos os nove estados da Amazônia, o mais afetado foi o Pará: 35,2% das

florestas do estado foram convertidas em áreas de agricultura ou pastagem (MapBiomas, 2022).

Conforme o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon (2023), em 2022 a Amazônia brasileira apresentou o seu quinto recorde anual consecutivo de desmatamento. Entre janeiro e dezembro, foram devastados 10.573 km², a maior destruição em 15 anos. Essas áreas equivalem à derrubada de quase 3 mil campos de futebol por dia de floresta.

Dessa forma, o desmatamento acumulado nos últimos quatro anos, entre 2019 e 2022, chegou a 35.193 km². Essa área é superior ao tamanho de dois estados: Sergipe e Alagoas, que possuem 21 e 27 mil km², respectivamente. Além de representar um aumento de quase 150% em relação ao quadriênio anterior, entre 2015 e 2018, quando foram devastados 14.424 km² (Imazon, 2023).

Apesar desses dados atuais, os índices de desmatamento na Amazônia vêm aumentando desde 1991, com o processo de desmatamento num ritmo variável, mas rápido. Embora a floresta amazônica seja desmatada por inúmeras razões, a criação de gado ainda é a causa predominante. As fazendas de médio e grande porte são responsáveis por cerca de 70% das atividades de desmatamento (Fearnside, 2022).

A expansão das áreas agrícolas e de pastagens na Amazônia tem sido impulsionada por políticas governamentais que incentivam a ocupação e o desenvolvimento da região, bem como pela demanda crescente por produtos agrícolas e pecuários (Fearnside, 2005). Assim, a pecuária extensiva é responsável por grande parte do desmatamento na Amazônia, já que áreas de floresta são derrubadas para dar lugar a pastagens (Nepstad *et al.*, 2006).

Segundo Imazon (2015), a pecuária extensiva tem sido a principal atividade econômica na Amazônia, mas é uma atividade pouco rentável e com baixa produtividade, o que pode levar a mais desmatamento para expansão das áreas de pastagens. Além das mudanças de cobertura vegetal, a expansão da agricultura e pecuária na Amazônia tem sido acompanhada por conflitos fundiários e sociais, que muitas vezes resultam em violência e desrespeito aos direitos humanos (Neves *et al.*, 2017).

Desse modo, a agricultura e pecuária na Amazônia estão intimamente ligadas aos processos de mudança do uso do solo, e é necessário um esforço conjunto de atores públicos e privados para garantir a conservação da floresta e o desenvolvimento sustentável da região (Walker *et al.*, 2009). Isso, pois leva-se em conta que esses processos devem ser planejados de forma integrada, considerando os aspectos ambientais,

sociais e econômicos, a fim de promover um desenvolvimento sustentável na região (Ferreira *et al.*, 2021).

De acordo com o Climate Policy Initiative (2021), o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo, sendo responsável por quase um quinto do total das exportações globais desse produto e possuindo mais de 230 milhões de cabeças de gado, o que representa o segundo maior rebanho bovino do mundo. Grande parte da criação desses animais é feita em pastos e os nove estados que formam a Amazônia brasileira possuem quase 40% do rebanho nacional de bovinos.

O aumento da demanda por carne estimula a expansão da criação de gado, o que resulta no aumento do uso da terra para essa atividade e, conseqüentemente, estimula o desmatamento. As florestas são desmatadas e griladas em um processo que aumenta a oferta de áreas de pastagens e estimula a criação extensiva de gado (CLIMATE POLICY INITIATIVE, 2021).

Conforme o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) (2021), a pastagem ocupa 75% da área desmatada em terras públicas na Amazônia e boa parte dessa destruição resulta de grilagem. Esses dados apontam que, entre os anos de 1997 e 2020, um total de 21 milhões de hectares foi destruído, o que corresponde a 8% dos 276,5 milhões de hectares de florestas públicas existentes na Amazônia Legal. Esse valor corresponde a uma área maior que o estado do Paraná.

Dentre as problemáticas existentes na Amazônia brasileira, destacam-se os conflitos envolvendo áreas protegidas, como terras indígenas e Unidades de Conservação, que estão relacionados à disputa por recursos naturais, como madeira, minerais e terras para agricultura e pecuária (Diegues, 2008). Segundo Souza e Milanez (2016), a criação de Unidades de Conservação e a demarcação de terras indígenas têm sido importantes mecanismos para a proteção da biodiversidade e dos modos de vida tradicionais, mas também têm gerado conflitos com os interesses econômicos e políticos, evidenciando a complexidade e as tensões presentes na gestão ambiental da região amazônica.

No que tange ao bioma amazônico, as principais pressões de atividades humanas que estão relacionadas às mudanças de uso e cobertura são o desmatamento, a atividade madeireira, a construção de estradas e a mineração (Imazon, 2016).

Conforme Imazon (2016), existem cerca de 307 Unidades de Conservação na Amazônia Legal, totalizando 1.174.258 km², o que corresponde a 23,5% desse território. Desse total, 196 eram de Uso Sustentável e 111 de Proteção Integral, administradas tanto pelo governo federal (132) como pelos governos estaduais (175). As Unidades Federais

contabilizavam 610.510 km², sendo 314.036 km² de Proteção Integral e 296.474 km² de Uso Sustentável. As Unidades Estaduais somavam 563.748 km²: 129.952 km² de Proteção Integral e 433.796 km² de Uso Sustentável.

Heck *et al.* (2005) afirmam que a Amazônia brasileira abriga cerca de 180 povos indígenas, somando uma população de aproximadamente 208 mil indivíduos, além de 357 comunidades remanescentes de quilombolas e milhares de comunidades de seringueiros, ribeirinhos ou babaqueiros.

De acordo com dados do Mapbiomas (2021), mais da metade (54,3%) das áreas florestais remanescentes na Amazônia brasileira estão em áreas legalmente protegidas, como Terras Indígenas e Unidades de Conservação (exceto APA), percentual semelhante ao das formações campestres que estão dentro de áreas protegidas (58,7%).

A exploração mineral no bioma amazônico representa um importante papel nas mudanças de uso e cobertura da terra, estimando-se que em todo o Brasil os arrendamentos de mineração, concessões e licenças de exploração cobrem 1,65 milhão de km² de terra, dos quais 60% estão localizados na floresta amazônica (Sonter, 2017).

Entre 2005 e 2015, a atividade de mineração na região amazônica brasileira resultou no desmatamento de 1,2 milhão de hectares (equivalente a 12 mil km²), o que corresponde a cerca de 9% do total de perda florestal no período. Desse desmatamento, 8% ou 98 mil hectares (equivalente a 983 km²) ocorreram dentro de concessões (FORESTS AND FINANCE, 2022). Contudo, a maior parte do desmatamento se deu fora dessas áreas, devido à implementação de infraestrutura de mineração, expansão de assentamentos para acomodar o aumento da força de trabalho atraída pelo desenvolvimento econômico e à criação de cadeias de fornecimento de commodities minerais.

A mineração na Amazônia brasileira é uma atividade que gera assimetrias socioeconômicas e territoriais, concentrando riquezas e poder nas mãos de poucos, enquanto marginaliza e exclui as populações locais e desestrutura os modos de vida tradicionais (Canto, 2016, p. 98).

Partindo deste pressuposto, as empresas mineradoras perpetuam uma lógica capitalista na qual estão inseridas, em que se interessam pelo valor do minério no substrato geológico, almejando a reprodução do capital. Contudo, é impossível explorá-lo sem o controle total da área, sem provocar mudanças nos recursos da superfície ou desestruturar os espaços simbólicos e a paisagem (Wanderley, 2008).

Aliado a isso, o desenvolvimento da Amazônia brasileira sempre esteve associado à criação de infraestruturas, como estradas, hidrelétricas, linhas de transmissão, portos e outras obras, que têm como objetivo melhorar a conectividade e facilitar o acesso aos recursos naturais na região. Essas iniciativas são desenvolvidas para atender aos interesses de diversos setores, como mineração, agropecuária, energia, transporte e comunicação, refletindo a abrangência e complexidade dos projetos voltados para essa região.

No entanto, o desenvolvimento de infraestruturas na Amazônia brasileira muitas vezes não considera as singularidades da região, incluindo a presença de populações tradicionais e a biodiversidade local. Tal expansão pode resultar na incorporação dos territórios amazônicos à dinâmica econômica tradicional, o que pode afetar a biodiversidade e as populações locais. Esse desequilíbrio é visto através da produção de commodities, como pecuária e soja, e da extração mineral, que são fatores que contribuem para esse desequilíbrio ambiental (Moret; Nogueira, 2020).

Conforme Fearnside (2017), a construção de infraestrutura, como estradas e hidrelétricas, tem impactos significativos na Amazônia, levando ao desmatamento, à fragmentação de habitats e ao deslocamento de comunidades tradicionais. Esses impactos não são apenas ambientais, mas também sociais e econômicos.

Investimentos em infraestrutura, que incluem a expansão de estradas e a construção de hidrelétricas, têm atraído mais pessoas para a região, acelerando a migração humana e a urbanização. No entanto, os governos locais muitas vezes não têm capacidade para fornecer serviços públicos suficientes para atender às demandas das populações em crescimento, resultando em desafios socioeconômicos. Assim, embora esses projetos visem impulsionar o crescimento econômico, muitas vezes acabam prejudicando tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais (Runde; Bandura; Mckeown, 2020).

Neste panorama, no estado do Maranhão, foram implementadas políticas territoriais que buscavam colonizar áreas desabitadas e conectá-las por meio de transportes rodoviários. Essas políticas incluíram a Colônia Agrícola Nacional de Barra do Corda/Projeto Integrado de Colonização (1942), o Projeto de Povoamento do Maranhão (1962), o Projeto de Colonização do Alto Turi (1972), o Projeto Pioneiro de Colonização (1973) e os Projetos de Ordenação Territorial (1972-1995), juntamente com o Programa de Desenvolvimento Integrado da Amazônia Oriental (1980), representado pelo Projeto Ferro Carajás e pelo Consórcio de Alumínio do Maranhão (Ferreira, 2008).

Essas políticas territoriais, no entanto, devem ser analisadas dentro do contexto de uma nova ordem transnacional. Essa ordem é caracterizada pela conexão com o exterior, com impactos na produção, apropriação dos resultados e ritmo de desenvolvimento. Nesse processo, as dimensões humanas, ecológicas e a identidade cultural regional muitas vezes são negligenciadas. A competição entre grandes corporações transnacionais desempenha um papel determinante, beneficiando algumas delas, enquanto os conflitos inerentes a esse processo se manifestam no espaço nacional em diferentes níveis (Becker *et al.*, 1990).

Os conflitos entre as esferas de poder governamental e a redivisão territorial em curso na região amazônica estão diretamente relacionados aos temas abordados anteriormente. A nova malha territorial imposta pelo Estado, sobrepondo-se às estruturas existentes, resulta em uma perda de poder de decisão para os governadores estaduais e administradores locais. Essa reconfiguração territorial, por sua vez, gera uma série de desafios para essas autoridades, que precisam lidar com os problemas locais decorrentes da implantação de grandes projetos, muitas vezes contando apenas com recursos limitados.

Becker (1990) afirma que esses conflitos são multifacetados e derivam do impacto do espaço transnacional sobre o espaço local vivido pela população. Dentre os principais tipos de conflitos destacados pelo autor, temos:

- A. Destruição de espaços construídos: Além da destruição da natureza, é destacada a destruição do ambiente previamente produzido pelo próprio Estado.
- B. Revolução econômica, social e política: O impacto da ferrovia na região desorganiza os laços sociais e a cultura local, devido à redução do tempo das relações proporcionada pela maior acessibilidade. Isso gera mudanças significativas na dinâmica econômica, social e política das áreas que antes dependiam da circulação fluvial.
- C. Dissociação entre grandes projetos e condições locais: Essa desconexão resulta em situações em que extensas áreas de terra são atravessadas por esses projetos sem trazer benefícios diretos para a população local, como o suprimento de energia. Além disso, ocorre também a apropriação especulativa da terra por empresários externos à região, o que pode agravar os conflitos e as desigualdades na distribuição de recursos.

Essa desconexão entre grandes projetos e a população local, mencionada anteriormente, contribui para a intensificação dos conflitos e acentuação das

desigualdades na distribuição de recursos na região. Atravessando extensas áreas de terra, esses projetos muitas vezes não trazem benefícios diretos para as comunidades locais, como o fornecimento de energia. Isso resulta em um descompasso entre as necessidades e realidades locais e as prioridades e interesses das empresas e investidores externos (Ferreira, 2008).

4.4 O uso do Sensoriamento remoto como ferramenta de mapeamento do uso e cobertura da terra

O avanço das geotecnologias tem permitido uma melhor compreensão dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra existentes na superfície terrestre. Destaca-se o uso do sensoriamento remoto como uma ferramenta essencial para a obtenção de dados sobre a cobertura terrestre e o uso da terra, permitindo uma análise espacial em grande escala, o que é fundamental para a tomada de decisões em relação à gestão e conservação do ambiente (Ferreira *et al.*, 2016).

Diante dessas questões, torna-se necessário realizar um monitoramento dos impactos causados pelos diferentes tipos de uso da terra. Para isso, surge o geoprocessamento, que é um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, possibilitando a identificação de padrões homogêneos de cobertura terrestre (Rosa, 2005).

Nesse contexto, o sensoriamento remoto desempenha um papel crucial, pois permite a obtenção de imagens de satélite e outros tipos de dados referentes à superfície terrestre por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (Florenzano, 2007). Cabe destacar que o processamento, análise e interpretação desses dados, que compõem o sensoriamento remoto, são considerados ciência por diversos autores.

De acordo com Leandro (2021), o sensoriamento remoto tem diversas aplicações que auxiliam na classificação do uso e ocupação da terra, tais como o mapeamento e a localização dos pontos estratégicos e vulneráveis, a estimativa da biomassa e da produtividade de culturas, a classificação de cobertura e uso do solo urbano, a extração de dados vetoriais em análise ambiental e urbana, os estudos socioeconômicos urbanos, a inferência populacional urbana e o planejamento e gestão de transporte urbano.

Aliado a esse monitoramento, existem leis de uso da terra e zonificação regidas por órgãos governamentais, os quais, por meio da legislação, definem a destinação e as

atividades que podem ser realizadas em determinada região. Klefer (2020) afirma que as leis de zoneamento e as restrições de uso da terra determinam aos proprietários o que eles podem fazer com suas propriedades, uma vez que o uso da terra é dividido em áreas residenciais, comerciais e industriais, além de outras subdivisões ou categorias mistas nas três categorias principais.

Em conjunto com esse monitoramento, existem leis de uso da terra e zonificação, estabelecidas por órgãos governamentais. Por meio da legislação, são definidas a destinação e as atividades permitidas em determinadas regiões. Segundo Klefer (2020), as leis de zoneamento e as restrições de uso da terra orientam os proprietários sobre as possibilidades para suas propriedades, uma vez que o uso da terra é categorizado em áreas residenciais, comerciais e industriais, além de outras subdivisões ou categorias mistas dentro dessas três principais.

As leis exercem influência direta no planejamento eficaz do uso da terra, alcançando uma realidade social e física que estabeleça limites entre até que ponto os indivíduos podem influenciar nas propriedades de outros atores, como constituições, leis da administração pública e legislação imobiliária, fornecendo ainda os instrumentos políticos adequados que possam intervir em casos de conflitos de uso da terra (Van Dijk e Beunen, 2009).

A utilização das leis tem sido de grande importância para a realização de estudos que visam mensurar as mudanças na cobertura vegetal em função de usos antropizados, como é o caso da Amazônia Maranhense. Liu *et al.* (2018) destacam que o sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado para monitorar as mudanças na cobertura da terra em escala global, permitindo a identificação de áreas de desmatamento, degradação florestal e expansão de áreas agrícolas, entre outros.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta fundamental para o monitoramento e mapeamento do uso da terra, permitindo uma análise precisa e detalhada das mudanças na cobertura vegetal e uso da terra ao longo de uma escala temporal, além de possibilitar a obtenção de informações sobre as características da cobertura vegetal, como sua densidade e distribuição espacial (Defries; Townshend, 1994; Bhatta *et al.*, 2010).

Uma vantagem do uso do sensoriamento remoto é a obtenção de informações sobre a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto, o que possibilita a realização de estudos em áreas remotas e de difícil acesso, além de permitir a obtenção de dados históricos e a realização de análises comparativas ao longo do tempo (Jensen, 2009).

O sensoriamento remoto tem sido aplicado por diversos autores com o objetivo de identificar, avaliar e quantificar a cobertura vegetal e o uso da terra em florestas tropicais. Souza Jr. *et al.* (2005), em seu trabalho intitulado "Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models", utilizaram imagens de satélite para mapear a degradação da floresta na Amazônia Oriental, utilizando modelos de mistura espectral para identificar as áreas de desmatamento e degradação.

Freitas e Rudorff (2019) realizaram a análise do uso e cobertura da terra na Amazônia brasileira utilizando imagens Landsat e índices de vegetação. Este estudo utilizou imagens Landsat e índices de vegetação para analisar o uso e cobertura da terra em uma área de 50 mil hectares na região de Santarém, no Pará, entre os anos de 1985 e 2017, utilizando técnicas de classificação de imagens e análise de métricas de paisagem.

A plataforma MapBiomas Brasil tem sido fonte de dados primários para a realização de diversos trabalhos nesta temática, como o artigo "Brazil's environmental leadership at risk: mining and land grabbing threaten protected areas" de Ferreira *et al.* (2020), que utilizou os dados do MapBiomas para avaliar o impacto da mineração e do desmatamento em áreas protegidas na Amazônia brasileira, identificando áreas que foram afetadas por essas atividades.

Souza Jr. *et al.* (2019) realizaram uma análise espaço-temporal de longo prazo durante os anos de 1985 a 2017 acerca da mudança anual da água de superfície e abordaram as conexões potenciais com o desmatamento, a expansão da infraestrutura e as mudanças climáticas no bioma amazônico. Enquanto Coelho-Junior *et al.* (2022) discutiram acerca da dinâmica dos alertas de desmatamento, validados e refinados pelo MapBiomas Alerta, na Amazônia brasileira, e as ações dos órgãos públicos federais e estaduais de fiscalização, destacando a urgência de reduzir e combater o desmatamento.

Neste sentido, a análise de imagens de satélite desempenha um papel central no mapeamento do uso da terra. Com o lançamento de satélites de alta resolução espacial, como os da série Landsat e Sentinel, tornou-se possível obter imagens de alta qualidade com uma resolução espacial de até alguns metros. Essas imagens são processadas por meio de algoritmos de classificação e segmentação, que permitem a identificação e classificação de diferentes tipos de uso da terra, como áreas urbanas, vegetação, corpos d'água e agricultura (Cohen e Goward, 2004; Phiri *et al.*, 2020).

Além destes, podemos destacar o sensoriamento remoto por meio de drones, o qual tem se mostrado uma ferramenta promissora para o mapeamento do uso da terra em escalas menores, como áreas urbanas e fazendas. Equipados com câmeras multiespectrais

e sensores LiDAR, os drones podem capturar imagens de alta resolução espacial e informações tridimensionais da superfície da Terra. Esses dados são processados por meio de algoritmos avançados, como a reconstrução de modelos digitais de elevação e a análise de texturas espectrais, permitindo a identificação precisa de diferentes classes de uso da terra (Feng *et al.*, 2015; Uba, 2016).

Assim como a integração de dados de sensoriamento remoto com SIG desempenha um papel crucial no mapeamento do uso da terra, os SIG permitem a organização e análise dos dados espaciais, facilitando a criação de mapas temáticos e a identificação de padrões e tendências de uso da terra. Além disso, a integração com dados de outras fontes, como informações socioeconômicas e ambientais, enriquece a análise e o entendimento do uso da terra (Baral e Aryal., 2023; Mao *et al.*, 2017)

Avanços recentes em técnicas de sensoriamento remoto têm explorado a fusão de diferentes fontes de dados, como imagens de satélite e dados de radar, para melhorar a precisão e a resolução espacial do mapeamento do uso da terra. Além disso, o uso de modelos de machine learning e inteligência artificial tem permitido a automatização do processo de classificação e identificação de classes de uso da terra, melhorando a eficiência e confiabilidade dos resultados (Ma *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2021).

O estado da arte da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto ao mapeamento do uso da terra tem avançado significativamente, impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico e disponibilidade de dados de alta qualidade. A análise de imagens de satélite, o sensoriamento remoto por drones, a integração com SIG e o uso de técnicas avançadas têm contribuído para uma melhor compreensão e monitoramento do uso da terra. Essas abordagens oferecem informações valiosas para o planejamento urbano, gestão ambiental e tomada de decisões relacionadas aos recursos naturais.

4.5 Processos Históricos: As Frentes de Expansão e Ocupação no Estado e na Amazônia Maranhense

Os processos de desenvolvimento de um território e suas características muitas vezes têm raízes nos acontecimentos históricos que precederam sua evolução e crescimento, influenciando, por consequência, sua estrutura econômica e social atual. Considerando isso, a história da ocupação da Amazônia maranhense e do Estado é essencial para identificar os povos tradicionais que faziam e fazem parte desse território, além de compreender os acontecimentos nas ações dos colonizadores. É fundamental

entender a importância e as consequências das frentes de ocupação que determinaram a organização do espaço político do Estado.

Segundo o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC (2010), a primeira forma de ocupação e delimitação dos territórios do Estado e do Brasil ocorreu por meio das capitanias hereditárias. O país foi estabelecido com base em 14 capitanias, seguindo a ordem do rei de Portugal, Dom João III, em 1532. O Maranhão, nesse cenário, era dividido entre cinco capitanias, comandadas por quatro donatários.

Nesse primeiro momento de ocupação do país, pouco interesse havia inicialmente na Amazônia, uma vez que a necessidade primordial da coroa portuguesa era o comércio do pau-brasil e a disputa com outras nações europeias pelas especiarias da Índia. No entanto, essa situação foi temporária, uma vez que as especiarias já não eram suficientes para a economia portuguesa, iniciando um processo de adaptação nas terras brasileiras para demarcar o território contra outros países e em busca de riquezas.

Em seguida, não demorou para que outras nações comessem a navegar e adentrar o território em uma “colonização” pelos portugueses com o objetivo de conquistar as terras que estavam fora de suas fiscalizações (Lacroix, 2002). Tendo isso em vista, o mesmo processo de desbravamento começou a ser feito pelos franceses no litoral maranhense e ocupando, não muito tempo depois, em 1524, a ilha conhecida pelos nativos Tremembés como Upaon-Açu (Cabral, 1992). Sendo renomeada pelos franceses como São Luís em homenagem ao rei Luís XIII, com a fundação de uma colônia francesa denominada França Equatorial.

Através dessas informações, os Tremembés emergem como um dos primeiros exemplos do encontro entre os povos indígenas da Amazônia maranhense e os colonizadores. Esse contato inicial se transformaria, ao longo dos anos, em um processo marcado por conflitos e, posteriormente, em um reflexo das lutas contínuas dos povos originários por suas terras, que ainda hoje são palco de disputas. As matanças e submissões iniciais serviram como o prelúdio para uma série de eventos violentos que moldaram a história desses povos originários. As consequências desses conflitos reverberaram nas comunidades indígenas até os dias atuais, destacando a importância de compreendermos a complexidade das relações entre colonizadores e povos nativos na Amazônia maranhense.

Segundo Trovão e Lacroix (2008; 2002), os motivos para a criação da colônia francesa se deram por inúmeras razões, desde a ilha estar localizada no centro de um golfo

e poder ser um local estratégico para possíveis confrontos contra os portugueses, como também pelo fácil acesso dos colonizadores aos principais rios do Estado por meio da localização de São Luís, que está entre duas baías, a de São Marcos e São José. Destacando-se o fácil acesso pelo mar para a Amazônia e, com isso, o escoamento de madeira que era extraída do território, com a exploração de outras matérias-primas.

Sendo assim, por meio dos dados apresentados, a ilha de São Luís foi um dos primeiros locais do território conhecido como Amazônia maranhense a ser ocupada pelos colonizadores, embora, é claro, já fosse habitada pelos povos nativos daquela região. Não obstante, a colônia francesa não durou muito diante da expansão portuguesa, que preparava uma expedição comandada por Jerônimo de Albuquerque em Pernambuco, com o objetivo de expulsar os franceses de “seu” território em 1612 (Cabral, 1992). Com a expulsão dos “invasores”, inicia-se um processo com o objetivo de ocupação e expansão do domínio português no que viria a ser, depois de décadas, o Estado do Maranhão.

Historicamente, segundo Cabral (1992) e Ferreira (2002), o Estado do Maranhão foi formado e ocupado por duas vias de expansão denominadas frentes de ocupação, onde uma delas já foi citada anteriormente com a expulsão dos franceses e dominação da ilha de São Luís pelos portugueses, que iniciaram um processo de interiorização pelo território chamado de frente litorânea. A segunda frente de ocupação foi nomeada como frente Centro-Sul, com os criadores de gado vindos de outros Estados do Nordeste.

Contudo, como veremos a seguir, as frentes de ocupação recebem nomenclaturas diferentes dependendo do que é apresentado pelos autores pesquisados durante a elaboração dos dados desta pesquisa, surgindo às vezes mais de duas frentes de ocupação. É importante destacar que os dados apresentados já permitem identificar o início do que seriam as primeiras formas de ocupação e expansão na Amazônia maranhense, bem como os povos tradicionais que habitavam o território antes da chegada dos colonizadores e a importância de seus recursos naturais para outras nações.

As duas linhas de expansão no Maranhão possuíam bases econômicas e sociais distintas e consolidadas, com ocupações em áreas geográficas diferentes (Trovão, 2008). A frente de expansão litorânea ocorria através do litoral, com acesso pelas planícies e foco na exportação, enquanto a frente de ocupação Centro-Sul tinha acesso aos planaltos e se concentrava em uma economia local com a criação de gado, como pode ser visto a seguir:

As duas linhas que dirigiram o povoamento maranhense, ocupando áreas geograficamente específicas, estruturam duas bases econômicas diferenciadas,

fundamentadas uma na agroexportação e outra na pecuária e definiram relações sociais e padrões de comportamento bastante característicos. (Cabral, 1992, p. 59)

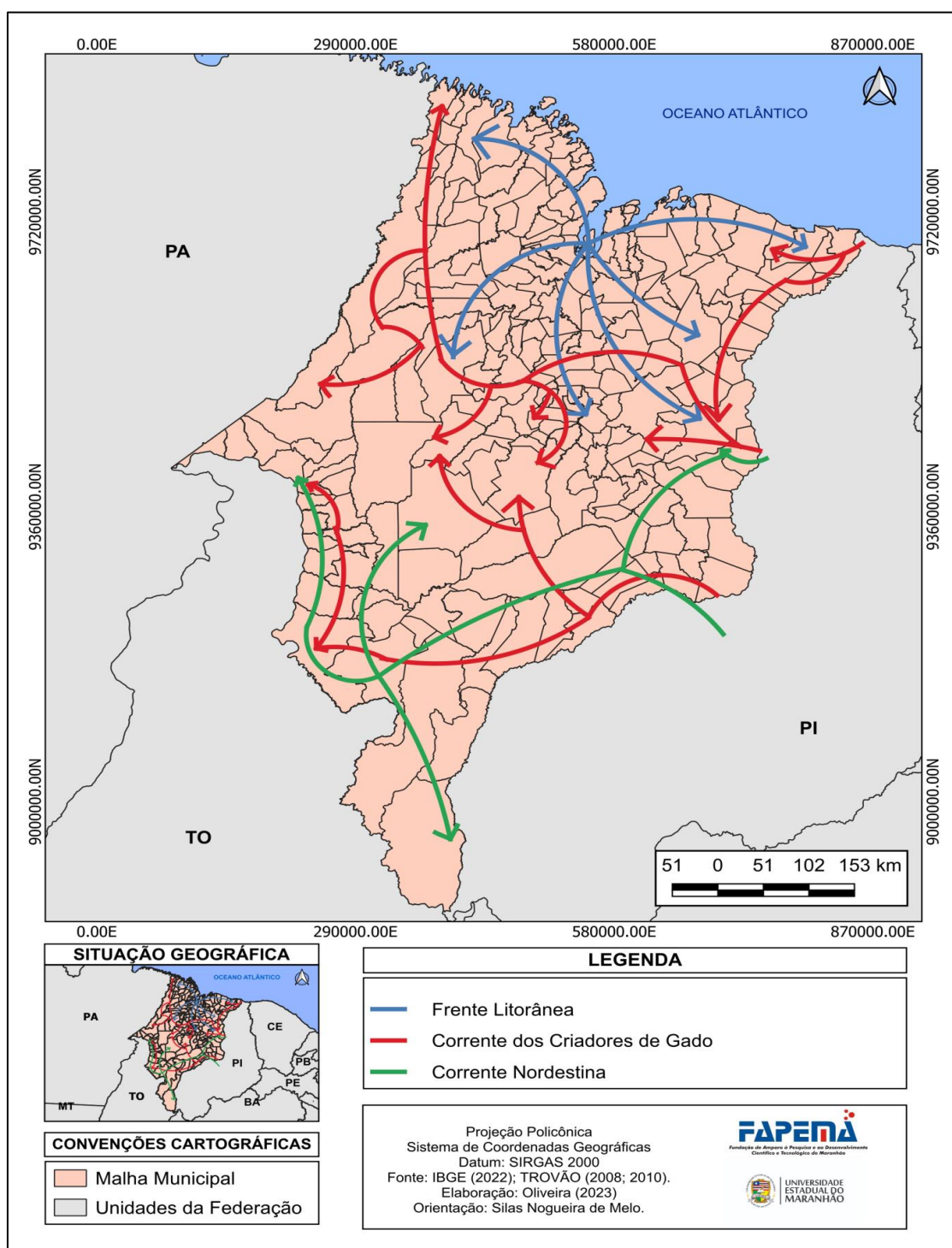
Quando debatemos inicialmente, observamos duas frentes de ocupação que ocorreram nos primeiros séculos de desenvolvimento do estado; no entanto, há uma terceira, considerada mais recente, que aborda o processo de migração de povos originários do Nordeste em busca de terras e melhores condições de vida. Essa terceira frente se estendeu para várias regiões do território maranhense, influenciando não apenas a demografia, mas também a dinâmica socioeconômica e cultural dessas áreas.

As frentes de expansão na região amazônica são cruciais para entender a ocupação do território, delineando desde as incursões exploratórias até atividades atuais como agricultura e exploração de recursos naturais. Essa história influencia conflitos atuais, refletindo-se em disputas territoriais, sociais e ambientais. As comunidades locais enfrentam constantes desafios, lutando pela preservação de seu estilo de vida e meio ambiente diante de pressões econômicas. As frentes de expansão emergem como elementos essenciais para compreender a história, desafios presentes e futuros relacionados à ocupação e preservação do bioma amazônico.

Tendo isso em vista, podemos observar na figura 14 as linhas de ocupação que ocorreram no Estado, as quais serão descritas mais detalhadamente no próximo parágrafo. Destacamos em vermelho as rotas da frente litorânea, percorridas pelos portugueses, que utilizavam os vales dos rios Munim, Mearim, Itapecuru e Pindaré para adentrar o território. As setas em verde representam as rotas seguidas pela frente pastoril/pecuária, que, por meio do rio Parnaíba, seguiram rumo ao sul e alguns pontos do norte do Estado. As setas em verde também representam as rotas seguidas pelos migrantes da seca em direção à busca de terras em alguns pontos do Estado, principalmente na Amazônia maranhense.

O mapa a seguir tem como objetivo representar espacialmente no território as frentes de expansão mencionadas e sua relevância para a formação do estado e ocupação da área de estudo:

Figura 14 - Frentes de ocupação e expansão maranhense



Fonte: Elaboração Própria (2023).

3.4.1 A frente de expansão litorânea

Como foi anteriormente citado, por meio da derrota dos franceses e da conquista da Ilha de São Luís pelos portugueses, começou-se um processo de expansão e ocupação de seu território que foi iniciado pelo litoral e facilitada pelos rios que desaguavam no

golfão maranhense (Cabral, 1992; Ferreira, 2002). Porém, novas complicações surgiam em meio à falta de mão-de-obra que era necessária para os serviços em canaviais e para extração de matérias primas em abundância que tinha na região, o que foi posteriormente resolvido com a dominação e genocídio dos povos nativos de todo o Estado:

[...] exercido o domínio sobre o território, um novo desafio se apresentou a necessidade de mão-de-obra para explorar a terra conquistada. Se os índios ofereceram resistência, vencê-los significou, ao mesmo tempo, ocupar a terra e obter a mão-de-obra. (Cabral, 1992, p. 63).

Essa forma de domínio foi uma das características mais citadas por vários autores em relação à frente de expansão pelo litoral, utilizando diversos instrumentos que já haviam sido empregados por nações europeias na dominação de novos territórios. Isso incluiu expedições punitivas contra povos indígenas que resistiam à coroa portuguesa, guerras e a escravização da população nativa nas áreas de expansão das frentes de ocupação (Trovão, 2008; 2010). Aqueles que sobreviviam frequentemente eram submetidos à catequese pelos jesuítas, visando moldar seus costumes de acordo com as regras dos colonizadores. A Igreja desempenhou um papel decisivo na colonização, sendo parte integrante da estratégia do Estado (Cabral, 1992).

Conforme destacado por Trovão (2008), o primeiro conflito entre os portugueses e os nativos ocorreu com os Tupinambá, que habitavam São Luís e o litoral maranhense, utilizando a ilha como ponto de partida para a expansão. Não demorou para que muitos povos indígenas sofressem significativa redução populacional devido a essas ações, como será visto a seguir:

A expansão pela costa e vales desses rios provocou o afugentamento e redução de inúmeros grupos indígenas como os Tupinambás, Tremembés, Guajajaras, Uruatis, Guanarés, Guanazes, Barbados, Gamelas, Aranhis que habitavam essas áreas (Cabral, 1992, p. 65).

Nesse contexto, como mencionado, o mar e os rios desempenharam um papel crucial devido à sua grandiosidade e caudal, sendo explorados por 6 rotas pelos portugueses (Trovão, 2008; 2010). Destacam-se os rios Pindaré, Munim, Itapecuru e Mearim, com especial ênfase nos rios Pindaré, Gurupi e Grajaú, situados na região da Amazônia maranhense, utilizados pelos colonizadores na ocupação do território e na produção de cana de açúcar.

Segundo Trovão (2010), duas ramificações e rotas seguiram pelo litoral, uma ao norte pelas reentrâncias maranhenses, utilizando o rio Gurupi e estabelecendo portos para

exportação agrícola, resultando no surgimento de cidades como Alcântara, Carutapera, Cururupu e Turiaçu. A outra ramificação ocorreu a leste do Estado, voltada para a pecuária e conectando-se aos Estados do Ceará e Pernambuco. Essa rota também teve o objetivo de confrontar os Tremembé, gerando conflitos intensos e sangrentos para esses povos (Cabral, 1992; Júnior *et al.*, 2020).

Outra rota significativa durante a expansão do domínio português foi através do rio Itapecuru, que proporcionava acesso ao interior do estado e estava associado à economia pecuária. Descrito por Trovão (2008) e Cabral (1992), o rio Itapecuru foi considerado um dos mais importantes no processo de ocupação pelos colonizadores, dada sua extensão e facilidade de navegação, com um episódio mais intenso de ocupação pelos holandeses em 1641 e 1644. Assim, podemos perceber sua importância, como destacado no trecho a seguir:

Embora lenta e sempre nas proximidades dos rios, a frente avançava. O rio era sua identificação, não só porque as partes inferiores dos vales eram úmidas, mas principalmente pela sua utilização como única via de escoamento da produção para o centro de maior consumo e comercialização, a então sede da província – São Luís. (Trovão, 2008, p 15).

Os jesuítas desempenharam um papel significativo na expansão litorânea, destacando-se especialmente na interação com os povos nativos e na disseminação do catolicismo (Cabral, 1992; Ferreira, 2002). Além dos aspectos mencionados, o rio Mearim também ganha destaque, sendo previamente explorado pelos franceses e abrigando canaviais. Esse cenário resultou na fundação de povoados e, com a chegada dos mineiros, impulsionou o desenvolvimento do município agora conhecido como Vitória do Mearim (Trovão, 2008).

Temos os vales dos rios Mearim e Pindaré, na Baixada Maranhense, que contavam com a presença de fazendas de gado, e nos rios Munim e Itapecuru, o desenvolvimento do povoado de Icatu ocorreu com a retirada dos Tacunhapes que habitavam a região (Trovão, 2008). Os dados apresentados permitem identificar o que seria a primeira forma de ocupação e expansão ocorrida pelos portugueses nas primeiras décadas da formação do que atualmente é o Estado do Maranhão, assim como parte do que viria a ser a Amazônia maranhense e os povos nativos que habitavam aquela região. A frente litorânea destaca-se como uma das mais importantes para entendermos o processo de desenvolvimento desse território.

3.4.2 Frente de expansão pastoril

Tardiamente, proveniente principalmente da Bahia e Pernambuco, chegou ao Centro-Sul do Estado uma corrente pastoril composta por criadores de gado em busca de terras adequadas para a criação desses animais. Isso se deu em virtude do pouco espaço disponível nos litorais das outras regiões, que já estavam ocupados por canaviais (Júnior *et al.*, 2020). Dessa maneira, buscavam áreas com pastagens abundantes, onde não seria necessária uma mão-de-obra extensa, avançando em direção ao sertão maranhense ou sertão de pastos bons.

Seguindo em direção ao rio São Francisco, a corrente pastoril dividiu-se em duas rotas: uma em direção ao que hoje conhecemos como Minas Gerais e outra em direção aos Estados do Piauí, Ceará e Maranhão (Trovão, 2008). No território maranhense, estabeleceu-se um forte vínculo com os municípios ao longo do rio Parnaíba e na direção do sertão de pastos bons (centro-sul do Estado), que na época ainda não era ocupado pelos portugueses e contava com a presença de alguns povos nativos que habitavam a região litorânea antes da colonização.

Cabral (1992, p. 107), citando Francisco de Paula, confirma que parte das regiões no interior do estado, em 1718, era habitada por migrantes da chamada 'beira-mar'/litoral que fugiam dos conflitos com os portugueses. Com a expansão do gado e a necessidade de mais terras, inúmeras rotas foram estabelecidas pelo território, cortando o cerrado e desenvolvendo-se mais de um século depois da frente litorânea (Júnior *et al.*, 2020).

Foram um total de 11 rotas descritas por Cabral (1992), e é possível identificar, por meio do relatório do ZEE-MA (2022), em conjunto com o IMESC (2020), que duas dessas rotas de expansão pastoril chegaram aos atuais municípios de Grajaú e Imperatriz, que fazem parte do território da Amazônia maranhense. Isso evidencia a importância da frente de ocupação no desenvolvimento dessas cidades, especialmente Imperatriz, destacada pelos autores.

Primordialmente, o surgimento de Imperatriz (anteriormente conhecida como Santa Teresa de Imperatriz) ocorreu em meio a uma política de divisão para demarcação dos territórios do Maranhão e do Pará em decorrência do Vale Tocantins, sendo incorporada como parte do território maranhense em 1852 (Trovão, 2010). Posteriormente, a rota de expansão Centro-Sul buscou mais campos naturais para a criação de gado, chegando ao atual município de Grajaú (Cabral, 1992).

Segundo Trovão (2008), as duas frentes de expansão no Estado do Maranhão nunca tiveram contato uma com a outra, possuindo características sociais e econômicas

próprias. Esse cenário de isolamento foi quebrado com a fundação de Grajaú, que representou a ligação definitiva das duas frentes, tornando-se uma rota de interligação dos criadores de gado pelo rio Grajaú até o município de São Luís.

3.4.3 Frente de expansão dos migrantes da seca

Além dessas duas rotas de expansão que são descritas por Cabral (1992), ainda haveria mais uma rota, segundo Trovão (2008), denominada de frente de ocupação dos migrantes da seca e dos expropriados do Nordeste. Essa rota, viria a ser a mais nova das que foram citadas e foi desenvolvida por meio dos povos de outros estados do Nordeste que procuravam terras e recursos para sobrevivência em meio às secas que ocorriam em outros territórios (Barbosa; Chavez, 2011).

No tocante Amazônia maranhense, essa rota foi a que mais contribuiu para sua ocupação já que tinha sido ainda pouco explorada tanto pela corrente pastoril como a litorânea, pelo fato de sua densa floresta e difícil acesso principalmente pelos povos indígenas que se abrigavam nela em meio a fuga de seus de suas terras em meio ao avanço das frentes de expansão (Trovão, 2008). Por meio desse vazio demográfico que ocorria no Estado, essa frente foi essencial para a ocupação dessas localidades e fazendo surgir alguns municípios conhecidos atualmente:

[...] O fato das frentes nordestinas virem de diferentes estados, as afinidades através do parentesco e das afinidades econômicas e socioculturais definiram inúmeras rotas, das quais resultaram vários municípios maranhenses como: Lagoa da Pedra, Presidente Dutra, Olho d'Água das Cunhãs, Capinzal do Norte, além de inúmeras outros; (Trovão, 2008, p 25).

A rota também foi responsável pela ocupação do vale do Turiaçu por causa da descoberta de ouro na época, aos municípios de Santa Inês (1957) e Bom Jardim (1960) por meio do sentido leste ao oeste, além de um avanço mais efetivo para adentrar a floresta amazônica no município de Imperatriz (Trovão, 2008). Sendo responsáveis pela criação de inúmeras outras rotas em meio ao território maranhense, mas esses citados são os mais importantes como referência aos municípios nos quais a floresta equatorial se encontra.

Sendo assim, percebemos que a ocupação do estado do Maranhão e da própria Amazônia maranhense foi baseada na ação deliberada dos portugueses em meio a uma política expansionista que visava as conquistas das terras e a submissão ou genocídio dos povos nativos que lutavam para permanecer em seus territórios, sendo obrigados a recuar para o interior do estado. Com essa perspectiva de vazio demográfico, os criadores de

gado foram de suma importância para a ocupação do Centro-Sul do estado com o cerrado e indo em direção à floresta amazônica, contando com a presença dos nordestinos que se deslocavam mais ao leste para uma expansão que permitisse adentrar a Amazônia maranhense.

Não existiam leis que protegessem seus povos nativos e a própria fauna e flora do território, focados apenas em sua expansão. Somente décadas depois, por meio dos códigos florestais, que a Amazônia maranhense viria a ser foco de proteção em meio à avançada urbanização e industrialização que o país passaria por meio de políticas de desenvolvimento.

Portanto, os processos históricos dos primeiros anos de colonização no Maranhão desempenharam um papel fundamental na configuração do desenvolvimento territorial no vasto bioma amazônico do estado. As frentes de ocupação que se estabeleceram na região não apenas delinearão a expansão geográfica, mas também influenciaram profundamente as dinâmicas sociais, econômicas e ambientais. Nesse contexto, diferentes agentes, como colonizadores europeus, exploradores, missionários, migrantes, criadores de gado e povos indígenas, desempenharam papéis distintos na formação do tecido social maranhense.

A presença duradoura desses agentes ao longo do tempo teve repercussões significativas, manifestando-se de maneira recorrente na atualidade. Esse legado histórico ressoa de maneira marcante nas comunidades tradicionais e terras indígenas, que, até os dias atuais, enfrentam os impactos persistentes do colonialismo. A luta pela preservação de suas terras e identidades culturais é um reflexo direto da herança deixada pelos processos de colonização. A tomada contínua de terras, motivada por interesses econômicos e expansão territorial, perpetua as injustiças históricas enfrentadas por essas comunidades.

Além disso, a presença dos criadores de gado emergiu como um fator adicional que moldou a paisagem amazônica. Inicialmente estabelecidos no Maranhão, esses criadores de gado, ao longo do tempo, avançaram em direção à Amazônia, desencadeando transformações significativas no meio ambiente e nas dinâmicas sociais da região. A expansão da pecuária muitas vezes resultou em conflitos de terra, desmatamento e pressões ambientais que reverberam nos desafios contemporâneos enfrentados pela Amazônia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Processos Legislativos na Amazônia maranhense

A priori, a legislação ambiental brasileira é marcada ao longo de sua história por avanços e retrocessos na medida em que o país crescia e se desenvolvia em meio aos progressos da urbanização e industrialização (Borges; Rezende; Pereira, 2009). Desde o período colonial, com a presença dos portugueses e outras nações europeias, os recursos naturais do país foram utilizados e extraídos sem nenhuma preocupação com o meio ambiente e sua biodiversidade. Toneladas de madeira do Pau-Brasil (*Paubrasilia echinata*) foram extraídas, e os povos nativos que viviam em harmonia com a natureza foram massacrados.

Antes da chegada dos portugueses ao Brasil, já existiam leis datadas de 1300 em Portugal, como as Ordenações Afonsinas em 1446, Manuelinas em 1521 e Filipinas em 1603, que previam a proteção de recursos naturais como árvores frutíferas, aves e peixes, conforme descrito no Quadro 4 (Borges; Rezende; Pereira, 2009). Essas leis eram reflexo da preocupação crescente na Europa com a escassez desses recursos, que começavam a se tornar limitados em seus próprios territórios.

No entanto, mesmo com a adoção dessas leis, a exploração desenfreada dos recursos naturais foi uma prática comum no Brasil colonial. Em 1548, o Regime de Tomé de Sousa permitiu a exploração e ocupação das terras brasileiras por qualquer pessoa que pudesse fazê-lo (Freiria, 2015). No Quadro 4, são apresentadas as leis que tiveram destaque nos períodos colonial e imperial brasileiro e que influenciaram diretamente ou indiretamente alguns parâmetros da atual legislação ambiental.

Quadro 4 - Legislação: em destaque no período colonial e imperial

Período	Legislação	Nomenclatura	Ano	Descrição
Colônia	Compilação Jurídica	Ordenações Afonsinas	1446	Proibição do corte deliberado de árvores frutíferas e proteção de aves
		Ordenações Manuelinas	1521	Proibição de caça de alguns animais como lebre e coelho
		Ordenações Filipinas	1603	Proibição de pesca em determinados lugares, assim como os períodos em que poderia ocorrer

	Documento oficial assinado por monarcas	Carta Régia	1800	Conservação de todas as espécies de interesse da coroa em uma faixa de 10 léguas do litoral
	*	Uso da Terra	1821	Manutenção de reservas florestais em 1/6 das áreas vendidas ou doadas
Império	Lei 601	Lei de Terra	1824	Garantia à demarcação de propriedades privadas

Fonte: Freiria (2015), adaptado pelo autor.

Embora essas leis fossem superficiais e voltadas principalmente para aspectos sociais e econômicos, foram fundamentais para estabelecer uma base legislativa para a preservação da biodiversidade no país. Exemplos disso são a criação do Jardim Botânico no Rio de Janeiro, em 181,1 e a Lei de Terras, em 1824. Essas iniciativas foram essenciais para a posterior criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e das Reservas Legais no Código Florestal (Borges; Rezende; Pereira, 2009).

No entanto, a falta de preocupação com o meio ambiente e o bioma amazônico ainda é notória desde os primeiros momentos. Esse descaso é resultado da falta de interesse inicial dos portugueses e do Império brasileiro em ocupar o interior do território, habitado por povos indígenas. Mesmo com as frentes de ocupação, a Amazônia maranhense permanecia, em grande parte, intocada, contrastando com a degradação mais avançada nos litorais (Trovão, 2008). Isso se deve à presença dos povos indígenas e à densa floresta equatorial, que dificultavam a ocupação do oeste e parte do norte do país.

Segundo Ferreira e Almeida (2005), uma parte crítica em relação ao bioma amazônico é o avanço deliberado do desmatamento em decorrência da forma de ocupação, projetos de desenvolvimento e atividades econômicas como extração de madeira, pecuária e agricultura familiar. Esses problemas surgiram no início do século XX com o avanço da tecnologia, a propagação da globalização e os projetos de urbanização e desenvolvimento que ocorriam no país e no mundo.

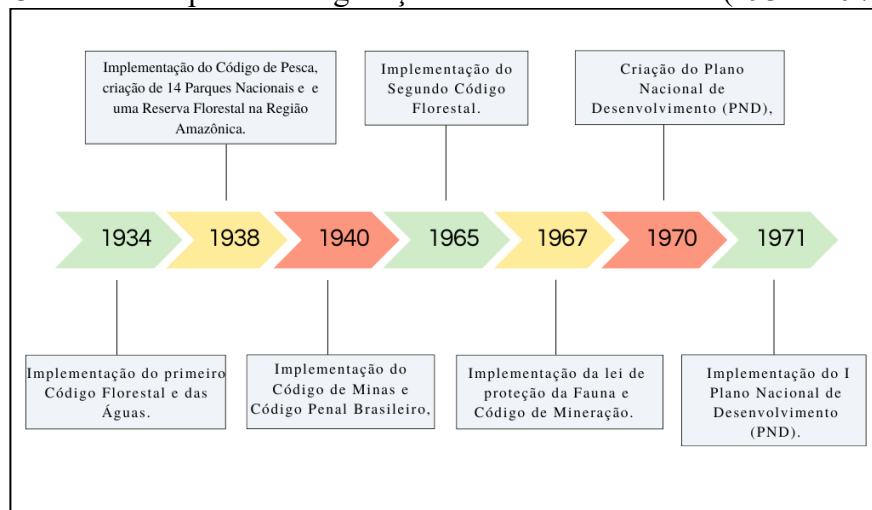
Nesse contexto, a legislação ambiental assume um papel de suma importância para a proteção dessas áreas e para auxiliar em um controle econômico mais sustentável para o Estado e a população local. No entanto, a preocupação com o meio ambiente é relativamente recente, uma vez que representantes do governo menosprezavam a questão

em eventos internacionais, como a Conferência de Estocolmo em 1972 (Borges; Rezende; Pereira, 2009).

Esse cenário veio a ser modificado aos poucos desde o início da década de 1920, foi aplicado a todo território nacional e, conseqüentemente, na Amazônia maranhense. Buscando entender os aspectos legislativos sobre essa região, uma linha do tempo dos principais acontecimentos que vieram a acontecer nas últimas décadas se faz necessário para um melhor entendimento sobre a legislação ambiental aplicada à Amazônia maranhense e sua atual conjuntura de degradação.

Sendo assim, de acordo com Borges, Rezende e Pereira (2009), Ferreira e Almeida (2009), e Freiria (2015), conforme ilustrado na Figura 15, são destacados os principais acontecimentos que contribuíram para a formação da atual legislação ambiental brasileira, incluindo o Código Florestal de 2012.

Figura 15 - Linha temporal da Legislação Ambiental Brasileira (1934 - 1971)



Fonte: Elaboração Própria (2023).

A primeira linha temporal apresentada refere-se a cerca de 37 anos de processo de desenvolvimento das indústrias em decorrência da revolução industrial no mundo, em um contexto de globalização. Em 1934, ocorreu a primeira conquista para a preservação e o cuidado com a biodiversidade brasileira por meio do primeiro Código Florestal (Freiria, 2015), embora com altos e baixos, já que seu foco era o uso econômico dos recursos e estava ligado ao Ministério da Agricultura, que se beneficiava do mesmo.

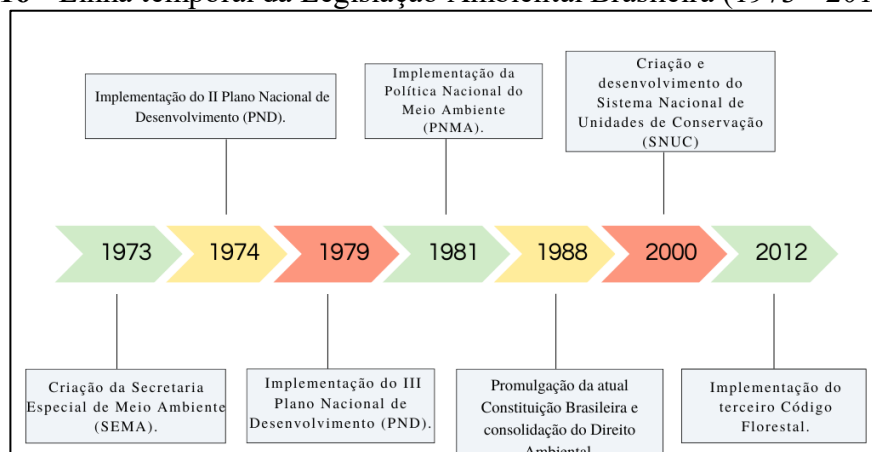
Segundo a figura 15, em 1965 tivemos o segundo Código Florestal brasileiro que também seguia interligado ao ministério da Agricultura e com o ideal de preservação para gerações futuras (Borges; Rezende; Pereira, 2009). Além do mais, a criação de institutos

voltados para a reserva florestal legal e às áreas de proteção permanente, embora ainda superficiais comparadas ao que viria a ser o código florestal desenvolvido em 2012 e a implementação do I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) (FREIRIA, 2015).

Em 1969, entre a implementação da lei de proteção à fauna e o I Plano Nacional de Desenvolvimento, foi implementada a Lei Sarney de Terras (Nº 2.979), considerada uma das leis mais significativas para a Amazônia maranhense, pois permitiu a invasão das terras de povos tradicionais de todo o Estado por empresários com o objetivo de "modernização" das regiões, mas com o intuito de desestabilizar os movimentos sociais na época e (Amaral, 2019).

Não obstante, a primeira linha temporal apresentada, tem inúmeros marcos históricos que acarretaram o acelerado desenvolvimento industrial e urbano em todo o país, assim como o avanço ao norte e centro-oeste do país para a sua ocupação. Nesse cenário, é instalado o plano de metas do presidente Juscelino Kubitschek para a tentativa de avanço no desenvolvimento em setores como energia, transporte e indústria que impactaram diretamente o meio ambiente, principalmente o bioma amazônico que veremos no próximo tópico da pesquisa. Seguindo a linha temporal, a figura 16 retrata os principais acontecimentos ocorridos entre os anos de 1973 a 2012 na legislação ambiental:

Figura 16 - Linha temporal da Legislação Ambiental Brasileira (1973 - 2012)



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Nesses 39 anos apresentados na figura 20, tivemos muitos avanços para uma consolidação no direito ambiental e a implementação de um terceiro código florestal mais completo que preenche os vazios das suas versões anteriores. Em 1973, houve a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), por meio, principalmente, da Conferência de Estocolmo em 1972 que impulsionou para que o país tivesse um órgão

para a execução de projetos ambientais, embora ainda mais pela pressão internacional já que o mesmo vivia sobre o seu “milagre econômico” (Gurski; Gonzaga; Tendolini, 2012).

Em 1988, mediante a promulgação da atual Constituição Brasileira, consolidou-se o arcabouço jurídico do direito ambiental, que havia passado por diversas modificações ao longo dos anos. Nesse contexto, foram promulgadas leis, decretos e resoluções, visando estabelecer uma abordagem abrangente para o cuidado e a gestão dos recursos naturais no país. Este marco legal culminou na criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1989, e da Secretaria de Meio Ambiente em 1990, as quais sucederam outros órgãos previamente incumbidos da proteção desses recursos (Borges; Rezende; Pereira, 2009).

No contexto do Código Florestal de 2012, destaca-se o Art. 3º, especialmente o inciso I, que trata da Amazônia Legal, composta por sete estados brasileiros, incluindo o Maranhão. Neste estado, a Amazônia Legal abrange toda a extensão do bioma amazônico. Importante ressaltar que essa classificação não está intrinsecamente vinculada ao bioma em si, mas constitui uma delimitação política fundamentada nos aspectos socioeconômicos característicos dos estados da região amazônica (Viana; Freitas; Giatti, 2016).

Essa categorização pode ser observada através da análise da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012):

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - Amazônia Legal: os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13º S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44º W, do Estado do Maranhão;

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

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

Os incisos I e II destacam as definições sobre a Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal, seguindo essa ordem, é importante salientar sobre as unidades de conservação que foram um marco importante para a conservação da biodiversidade. Seguindo esse cenário, foi elaborado um quadro 5 sobre todas as unidades de conservação

que estão presentes no território da Amazônia maranhense, assim como sua subordinação de acordo com a adaptação do autor com base nos dados do ZEE - MA (2023):

Quadro 5 - Unidades de conservação: Parques presentes na Amazônia Maranhense

Classificação	Nome	Área total (ha)	Decreto	Subordinação	Municípios
Parque	Parque Estadual do Bacanga	3.075	7.545 de 07.03.1980	GAMA	São Luís
	Parque Ecológico da Lagoa da Jansen	150	4.870 de 23.06.1988	GAMA	São Luís
	Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luís	45.237,9	11.902 de 11.06.1991	GAMA	Cururupu

Fonte: Elaboração Própria (2023).

A concepção inicial de estabelecer parques como unidades de conservação foi impulsionada por André Rebouças (1833-1898) por meio da criação, em 1872, do Parque Nacional de Yellowstone, localizado no oeste dos Estados Unidos. Este marco inspirou, ao longo das últimas décadas, o estabelecimento de diversos parques de conservação no território brasileiro (Rylands; Brandon, 2005). Na região amazônica maranhense, especificamente, três unidades de conservação são categorizadas como parques (conforme Tabela 3). Entre elas, destaca-se que apenas o Parque Ecológico da Lagoa da Jansen está atualmente sob avaliação em relação à sua categoria:

A categoria de “Parque Ecológico” não existe segundo o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), Lei Ordinária nº 9.413, de 13 de julho de 2011. Dessa forma, atualmente o “Parque Ecológico da Lagoa da Jansen” está em processo de redefinição de grupo e categoria para se enquadrar ao Sistema Estadual de Unidades de Conservação (ZEE -MA, 2023).

Em geral, os parques são classificados como unidades de conservação de proteção integral e de suma importância para a preservação de ambientes naturais e desenvolvimento de pesquisas científicas. Em relação também à preservação, são identificadas as áreas de proteção ambiental localizadas no bioma amazônico no estado no quadro 6:

Quadro 6 - Unidades de conservação: APAs presentes na Amazônia Maranhense.

Classificação	Nome	Área total (ha)	Decreto	Subordinação	Municípios
APAs	APA do Maracanã	1.8131	12.102 de 01.10.1991	GAMA	São Luís
	APA do Itapiracó	322	15.618 de 23.06.1997	GAMA	São Luís
	APA das Reentrâncias Maranhenses	1.775.035,9	11.901 de 11.06.1991	GAMA	Alcântara, Bacuri, Bequimão, Cândido Mendes, Carutapera, Cedral, Cururupu, Godofredo Viana, Guimarães, Luís Domingues, Mirinzal e Turiaçu.
	APA da Baixada Maranhense	341.650	11.900 de 11.06.1991	GAMA	Anajatuba, Arari, Bequimão, Cajapió, Cajari, Lago Verde, Matinha, Mirinzal, Monção, Olho d'Água das Cunhãs, Palmeirandia, Penalva, Peri-Mirim, Pinheiro, Pindaré-Mirim, Pio XII, Santa Helena, São Bento, São João Batista, São Mateus, São Vicente Ferrer, Viana, Vitória do Mearim e Ilha dos Caranguejos.

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Conforme o Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE - MA, 2020), as unidades de conservação (UC) classificadas como Áreas de Proteção Ambiental (APA) são destinadas a um uso sustentável, permitindo a preservação e proteção de seus recursos naturais, como fauna e flora, ao mesmo tempo em que possibilitam o uso sustentável desses recursos em benefício da população, incluindo atividades como turismo e conscientização por meio de educação ambiental. Essa classificação é respaldada pela Lei Ordinária nº 9.413, de 13 de julho de 2011. Assim sendo, no quadro (4), identificam-se

quatro APAs localizadas dentro dos limites do bioma amazônico do estado, com exceção da APA do Itapiracó, todas possuindo grandes extensões em suas áreas.

As APAs das reentrâncias maranhense e da baixada maranhense possuem o maior número de municípios dentro de suas áreas, possuindo como características principais suas ricas biodiversidades com conjuntos de ecossistemas que englobam toda uma macrorregião. Seguindo para as classificações das UCs, são identificadas as classificadas como reservas extrativistas e as que possuem outras denominações, como mostra o quadro 7 a seguir:

Quadro 7 - Unidades de conservação: Reservas e outras unidades presentes na Amazônia Maranhense.

Classificação	Nome	Área total (ha)	Decreto	Subordinação	Municípios
Reservas Extrativistas	Reserva Extrativista do Ciriaco	7.550	534 de 20.05.1972	GAMA	Imperatriz
	Reserva Extrativista do Quilombo do Frechal	9.542	536 de 20.05.1992	GAMA	Mirinzal
	Reserva Extrativista Mata Grande	10.450	536 de 20 de maio de 1992	GAMA	Imperatriz e João Lisboa
Outras Unidades	Reserva Biológica do Gurupi	341.650	95.614 de 04.06.1980	IBAMA	Carutapera e Bom Jardim
	Reserva Florestal de Buriticupu	9.454	*	*	Santa Luzia

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Por conseguinte, as reservas extrativistas (RESEX) são classificadas como de uso sustentável, pois são essenciais não só para a preservação dos recursos naturais, mas também dos socioeconômicos e culturais das populações nativas da região que se utilizam desses recursos como forma de sobrevivência, segundo o site ECO (2015). No bioma amazônico maranhense, são descritas 3 reservas extrativistas no seu território, voltadas para extração de coco babaçu, agricultura familiar e pesca para a preservação cultural da população local.

Em destaque para Reserva Biológica do Gurupi (REBIO), que é localizada entre as bacias do rio Gurupi e Pindaré (Martins; Oliveira, 2011), representa uma das porções mais significativas em relação ao bioma maranhense e pertencendo ao Centro de Endemismo Belém (CEB). Sendo assim, classificado como proteção permanente, é uma das unidades de conservação que vêm sendo mais ameaçadas nas últimas décadas no estado.

Em suma, a história legislativa brasileira referente à proteção e uso sustentável de seus recursos naturais experimentou diferentes desafios, como o desmatamento, as pressões econômicas e a flexibilização legislativa para favorecer interesses distintos, assim como avanços ao longo de seu desenvolvimento. Com a consolidação do direito ambiental e o estabelecimento de órgãos para auxiliar na gestão, tornou-se possível criar unidades de conservação para preservar o que, no futuro, poderia estar ameaçado de extinção.

Sendo assim, no uso formal do território na Amazônia maranhense, por meio da legislação ambiental, acredita-se que o uso e preservação de seus recursos e biodiversidade seja eficiente por base das leis que foram desenvolvidas ao longo do século. O uso real do território do bioma é ameaçado constantemente com o avanço da industrialização, urbanização e desenvolvimento que reduz constantemente as áreas de proteção e põe em risco os ecossistemas e os povos nativos que moram na localidade. Levando em consideração isso, no próximo tópico será trabalhado o uso real na Amazônia maranhense e suas características socioeconômicas.

5.2 Atual conjuntura de degradação da Amazônia maranhense

Levando em consideração os aspectos legislativos ambientais desenvolvidos ao longo dos anos, seria perceptível, pelo uso formal do território, uma significativa proteção de seus recursos naturais e biodiversidade aplicadas ao uso sustentável dos mesmos, contando com a presença das unidades de conservação (UCs) no bioma amazônico do estado. Entretanto, por meio do levantamento da pesquisa é perceptível que o uso real do território desobedece àquilo que foi estabelecido pelo direito ambiental e, conseqüentemente, pelo código florestal, com o avanço da degradação do bioma e suas características.

Segundo Martins e Oliveira (2011), o cenário de ocupação e exploração no oeste do estado veio a se modificar ainda na década de 1950 com as transformações que

ocorriam no território em prol de seu desenvolvimento, com a criação das BRs 010 e 222 que favoreceram o progresso local de alguns municípios em contrapartida dos interesses de empresas mineradoras e madeireiras naquela região. A construção de estradas e avenidas fazem parte do processo de desenvolvimento de uma determinada localidade, no entanto, para a biodiversidade local pode representar um perigo à sua preservação em meio ao fácil acesso da extração de seus recursos e à devastação de árvores para o processo de criação da mesma.

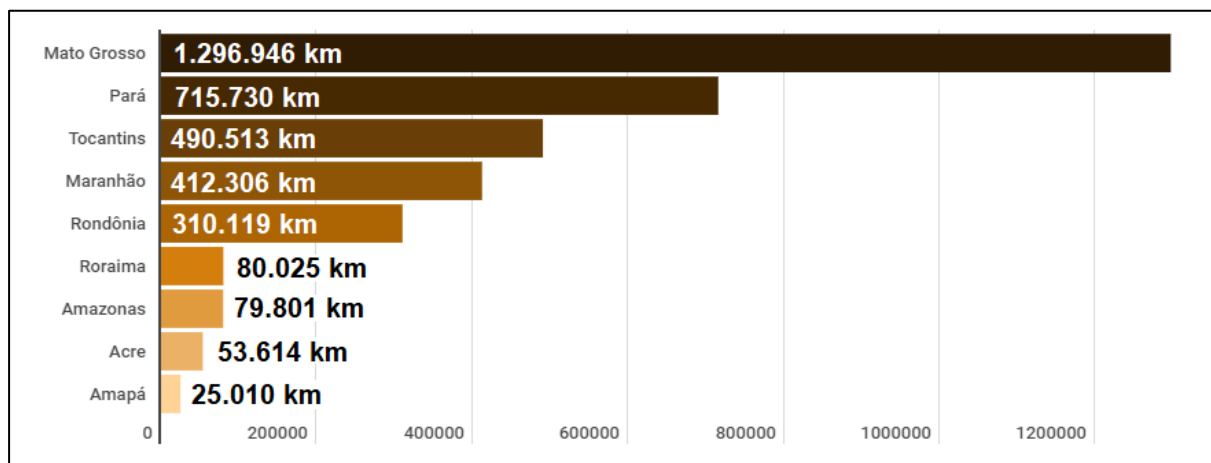
Por meio da pesquisa disponibilizada pelo site do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon¹), e publicada pela revista científica internacional *Remote Sensing* (2022), com auxílio de inteligência artificial, foi possível identificar a presença de estradas e vias que atravessam ou se aproximam em cerca de 41% da floresta amazônica, quase 1/3 desse território, adentrando áreas privadas, unidades de conservação federais e estaduais, terras indígenas, assentamentos e áreas públicas não destinadas. Sendo assim, um complexo sistema de estradas e vias estariam também presente em áreas de conservação:

Por fim, nossos resultados apontaram que grandes porções das florestas amazônicas brasileiras são dominadas por um complexo emaranhado de redes rodoviárias que se expandem a partir das principais estradas oficiais e se prolongam sobre as florestas primitivas e áreas protegidas para conservação. (BOTELHO *et al.*, 2022, p. 15).

Por meio da mesma pesquisa, foi realizada a contagem da quilometragem total e percentual de estradas por estado que compõem a Amazônia legal. Por meio da figura 17, que demonstra a quilometragem total de estradas em todos os estados da Amazônia Legal, somente no Maranhão são encontrados cerca de 412.306 km de estradas presentes no território.

¹ Pesquisa Imazon: **Estradas cortam ou se aproximam de 41% da área de floresta na Amazônia, mostra mapeamento inédito.** Publicado em: 26 ago. 2022. Disponível em. Estradas cortam ou se aproximam de 41% da área de floresta na Amazônia, mostra mapeamento inédito - Imazon.

Figura 17 - Quilometragem total e percentual de estradas por estado.



Fonte: Imazon (2022).

Segundo Carlos Souza Junior (2022), um dos desenvolvedores da pesquisa, estudos anteriores já indicavam que 95% dos desmatamentos e 85% das queimadas no bioma amazônico ocorriam em 5 e 5,5 km de distância, respectivamente, de estradas e vias. Sendo assim, possibilitando a identificação de um dos possíveis processos de degradação atual da Amazônia maranhense.

Segundo Melo (2021), os estados constituídos com a presença da floresta amazônica foram marcados na década de 60 e 80 por inúmeros projetos que visavam a marcação e demarcação de suas terras, investimento de políticas públicas e desenvolvimento de empresas voltadas para a agropecuária e agro-mineral. Com a análise dessas informações, é destacada a construção da BR-010, conhecida popularmente como Belém-Brasília, em 1960, como um dos fatores responsáveis pela consolidação do município de Imperatriz, sendo uma das rotas que permitia a escoação de arroz e sua interligação com outras cidades e Estados (Santos; Nunes, 2018).

Sendo assim, a presença da rodovia em seu território favoreceu para que o município, nos dias atuais, seja a segunda maior cidade do estado do Maranhão. No entanto, contribuiu também para a degradação do meio ambiente por meio não somente da retirada da vegetação nativa para a construção da rodovia como também a utilização exacerbada dos recursos naturais durante o ciclo da madeira em (1970 a 1985) e o ciclo do ouro (1980 a 1992), marcados por conflitos por posse de terras e sua fragmentação cultural (Santos; Nunes, 2018).

Com o desenvolvimento do município de Imperatriz como ponto estratégico, por meio da construção de rodovias em seu território, empresas agro-minero-exportadoras foram instaladas na região com o propósito de produção de celulose a partir do cultivo de

eucalipto. Essa iniciativa foi impulsionada por políticas de industrialização que tiveram início na década de 1980, conforme destacado por Oliveira (2019). Segundo Oliveira, Paz e Pereira (2021), o avanço deliberado da fronteira agrícola do eucalipto, uma espécie não nativa do país, coincidiu com a degradação dos biomas da Amazônia e do cerrado, resultante da derrubada de árvores nativas para a construção de fábricas e fazendas destinadas ao plantio dessa espécie.

Outra rodovia presente na Amazônia maranhense a ser destacada é a BR-222, que percorre os estados do Ceará, Piauí, Maranhão e chegando ao Pará, onde faz interligação com a Belém-Brasília (Google Earth, 2023), o que favoreceu o surgimento de novos municípios no estado:

A construção de outra estrada, a BR-222, ligando a rodovia Belém-Brasília a São Luís, favoreceu ainda mais toda essa dinâmica socioeconômica, adicionando novas fronteiras madeireiras e fazendo surgir repentinamente, onde antes só havia floresta, novos povoados e distritos, muitos deles hoje transformados em municípios (Martins; Oliveira, 2011, p. 28).

Não muito distante dessa rodovia, a Estrada de Ferro Carajás foi um dos pontos centrais em relação à atual conjuntura de degradação do bioma, criada por meio do Projeto Grande Carajás (Decreto de Lei nº 1813) em 1980, durante o regime militar, para extração de minérios como empreendimento destinado a empresas nacionais e internacionais (Santos; Braga; Plans, 2013). Não apenas a extração das commodities de minério de ferro, alumínio, cobre e bauxita, mas também a construção da Estrada de Ferro gerou conflitos com o meio ambiente e sua biodiversidade, à medida que se abria caminho de São Luís ao estado do Pará, atravessando a Amazônia Maranhense (Oliveira, Paz, Pereira, 2021).

Segundo Penha e Nogueira (2015), a presença da estrada de ferro fez que ocorresse a concentração de pessoas com mercadorias locais para venda com a esperança de um recurso para sua sobrevivência, contudo conflitos são gerados e impactam diretamente o ambiente e as comunidades locais por meio da transportação dos minérios de ferro que são derrubados durante as viagens que contaminam pessoas e geram poluição no ar, na água e na terra com o aterro de igarapés. Sendo assim, a geração econômica por meio da estrada de ferro acaba por beneficiar a capital em detrimento das comunidades tradicionais.

Segundo o site Mapa de conflitos: Injustiça ambiental e saúde no Brasil², são listados alguns desses impactos socioambientais e danosos à saúde, como:

- Assoreamento dos recursos hídricos;
- Poluição atmosférica;
- Fragmentação das comunidades tradicionais;
- Desmatamentos e queimadas;
- Erosão do solo;
- Piora na qualidade de vida;
- Alterações nas unidades de conservação;

Por meio do caderno “Nova Cartografia: Devastação e lutas sociais na Amazônia maranhense (2014)”, a identificação dessa devastação deliberada em meio aos recursos naturais ocorreu por intermédio, principalmente, da Lei Sarney de Terra (Lei 2979), em 1969, que abriu as fronteiras de terras na Pré-amazônia para a agropecuária, gerando conflitos de terras entre os povos tradicionais dessa região com grupos econômicos e contando com a presença de migrantes em busca de terras desocupadas. Não obstante, o projeto Grande Carajás põe em risco os recursos naturais deste território que são protegidos ou utilizados pelos povos nativos.

Além desses aspectos debatidos, a Nova Cartografia (2014) e dados levantados durante a pesquisa concluem que o bioma amazônico, não só o maranhense como também toda a sua extensão pelo território brasileiro, é marcado por mega empreendimentos, desmatamentos que provocam impacto direto e indireto em comunidades tradicionais, pescas predatórias, assoreamentos de rios em meio a ações mineradoras e retirada da cobertura vegetal, deslocamento das comunidades em prol da construção das estradas, degradação ambiental e crescimento econômico centralizado para as grandes empresas e desmatamento em áreas de unidades de conservação, que deveriam ser protegidos pela lei, são marcas da atual conjuntura de degradação ambiental e social na Amazônia maranhense.

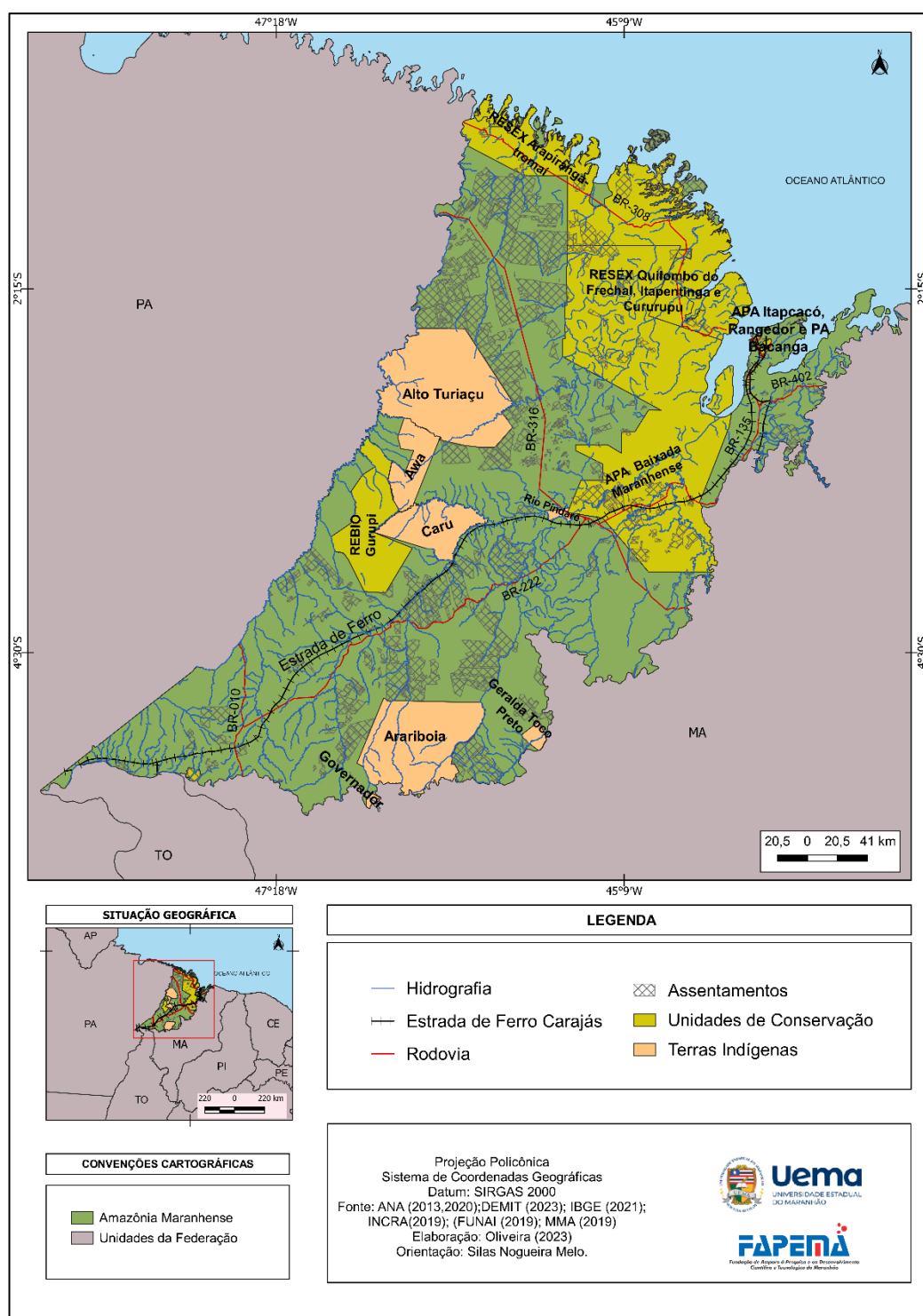
² Pesquisa Mapa de conflitos: Injustiça ambiental e saúde no Brasil. **PA – Perversidades sociais e ambientais no caminho da Estrada de Ferro Carajás**. Publicado em: 20 mar. 2019. Disponível em: PA - Perversidades sociais e ambientais no caminho da Estrada de Ferro Carajás - Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil (fiocruz.br)

Levando em consideração os aspectos legislativos ambientais desenvolvidos ao longo dos anos, é perceptível, pelo uso formal do território, uma significativa proteção de seus recursos naturais e biodiversidade, aplicadas ao uso sustentável dos mesmos, contando com a presença das unidades de conservação (UCs) no bioma amazônico do estado. Entretanto, por meio do levantamento da pesquisa, é evidente que o uso real do território desobedece àquilo que foi estabelecido pelo direito ambiental e, consequentemente, pelo código florestal, com o avanço da degradação do bioma e suas características.

Os interesses dos diferentes indivíduos, do Estado, das empresas e outros estão sempre em jogo quando se trata do território, transformando-o em um campo de batalha para disputas políticas, sociais, econômicas e culturais (Santos, 1994, 1997a). Nesse cenário, surgem conflitos devido à utilização inadequada ou perspectivas divergentes sobre os recursos naturais, criando uma dinâmica complexa de interações. No caso específico da Amazônia maranhense, esses conflitos são ainda mais acentuados pela influência direta das regulamentações e políticas públicas que regem sua gestão. A luta pelo controle e acesso aos recursos naturais, aliada à implementação de leis ambientais, contribui para a complexidade das relações territoriais, destacando a necessidade de uma abordagem integrada e equilibrada na busca por soluções sustentáveis.

Sob essa perspectiva, o bioma amazônico enfrenta, nos tempos atuais, inúmeros conflitos em seu território, decorrentes da diversidade de usos a que ele é submetido. Isso cria um cenário complexo, onde a degradação e as ameaças à sobrevivência de povos tradicionais e originários se intensificam diante do avanço da agropecuária, da monopolização do território por empresas, da mineração ilegal através da prática do garimpo, que contamina o ambiente e os rios, e do desenvolvimento de projetos que comprometem a saúde das comunidades locais devido ao despejo de produtos químicos. Todas estas problemáticas são conflitos recorrentes na Amazônia maranhense como mostra a figura 18 a seguir:

Figura 18 – Mapa de Conflitos



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Ao analisarmos a figura 18, ressaltamos a importância das BRs 010 e 222 e suas influências diretas nas transformações territoriais. Conforme observado por Martins e Oliveira (2011), a construção dessas rodovias desempenhou um papel significativo nas mudanças ocorridas no oeste do estado a partir da década de 1950, impulsionando o

progresso local em diversos municípios. No entanto, esse desenvolvimento trouxe implicações contrárias aos interesses de empresas mineradoras e madeireiras na região, resultando em conflitos pelo uso do território. Essa análise conjunta destaca a complexidade das dinâmicas entre as transformações territoriais e os impactos socioambientais na região.

Nesse cenário inicial, municípios como Açailândia, Imperatriz e Santa Inês foram os mais beneficiados pela construção dessas rodovias, conectando-os à capital e ao restante do país. O influxo de empresas e a expansão das rodovias trouxeram impactos significativos para essas localidades. O desenvolvimento da infraestrutura viária facilitou o escoamento de produtos e impulsionou o comércio local, promovendo o crescimento econômico. Ao mesmo tempo, a chegada massiva de empresas, especialmente as do setor de celulose, introduziu novas dinâmicas no território do estado (Almeida, 2012; 2016).

Conforme evidenciado na figura 18, destaca-se a presença significativa de terras indígenas, unidades de conservação e assentamentos na Amazônia maranhense. Nesse contexto, esses elementos desempenham um papel crucial para a manutenção do bioma, uma vez que adotam estilos de vida em harmonia com a natureza. No entanto, essa harmonia encontra-se constantemente ameaçada pela construção de rodovias, avanço da agropecuária e pela presença da estrada de ferro, fatores que facilitam processos de degradação, comprometendo a preservação ambiental e impactando diretamente as comunidades locais.

Nesse contexto de áreas de proteção, destaca-se o mosaico do Gurupi, composto por seis terras indígenas, assume um papel crucial na preservação da floresta amazônica remanescente no estado. Contudo, enfrenta desafios constantes, incluindo a invasão da pecuária e a rápida urbanização das cidades vizinhas. O principal foco de atividade ilegal na região é a pecuária, cujos impactos nefastos incidem diretamente na flora local, dado que implica na derrubada da vegetação (Pinheiro, 2019).

Essa pressão constante sobre a terra e os recursos naturais configura-se como um dilema ambiental substancial, agravado pela batalha incansável contra o desmatamento ilegal e pela violência direcionada às comunidades indígenas. Esses conflitos frequentemente envolvem madeireiros e agropecuaristas, atores fundamentais na manutenção da integridade da Reserva Biológica do Gurupi.

Com base nos dados disponibilizados pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-Imazon (2022), publicados na revista científica internacional Remote Sensing (2022) com o auxílio de inteligência artificial, foi possível identificar a presença

de estradas e vias que atravessam ou se aproximam de cerca de 41% da floresta amazônica, representando quase um terço desse território. Essas estradas penetram em áreas privadas, unidades de conservação federais e estaduais, terras indígenas, assentamentos e áreas públicas não destinadas. Portanto, um complexo sistema de estradas e vias está presente inclusive em áreas de conservação:

Por fim, nossos resultados apontaram que grandes porções das florestas amazônicas brasileiras são dominadas por um complexo emaranhado de redes rodoviárias que se expandem a partir das principais estradas oficiais e se prolongam sobre as florestas primitivas e áreas protegidas para conservação. (Botelho; Costa; Ribeiro; Sousa, 2022, p. 15, tradução nossa).

Por meio da mesma pesquisa, foi realizado o levantamento da quilometragem total e percentual de estradas e rodovias em cada estado que compõe a Amazônia Legal. Segundo Carlos Souza Junior Botelho (2022), um dos desenvolvedores da pesquisa, estudos anteriores já indicavam que 95% dos desmatamentos e 85% das queimadas no bioma amazônico ocorriam em 5 e 5,5 km de distância, respectivamente, de estradas e vias. Dessa forma, ao analisar os dados específicos do Maranhão, constata-se a presença de cerca de 412.306 km de estradas no território maranhense, possibilitando a identificação de um dos possíveis processos de degradação atual da Amazônia maranhense.

Segundo Melo (2021), os estados que abrigam a floresta amazônica foram marcados nas décadas de 1960 e 1980 por inúmeros projetos que buscavam a demarcação de suas terras, investimentos em políticas públicas e o desenvolvimento de empresas voltadas para a agropecuária e agro-mineral. Com base nessas informações, destaca-se a construção da BR-010, conhecida popularmente como Belém-Brasília, em 1960. Essa rodovia foi um dos fatores responsáveis pela consolidação do município de Imperatriz como uma das rotas que possibilitou a escoação de arroz e sua interligação com outras cidades e Estados (Santos; Nunes, 2018).

Sendo assim, a presença da rodovia em seu território favoreceu para que o município, nos dias atuais, seja a segunda maior cidade do estado do Maranhão. No entanto, contribuiu também para a degradação do meio ambiente por meio não somente da retirada da vegetação nativa para a construção da rodovia como também a utilização exacerbada dos recursos naturais durante o ciclo da madeira em (1970 a 1985) e o ciclo do ouro (1980 a 1992), marcados por conflitos por posse de terras e sua fragmentação cultural (Santos; Nunes, 2018). A prática da retirada ilegal de madeira reflete até os dias

atuais, principalmente em áreas de proteção ambiental e terras indígenas, como ocorre na terra dos Araribóia no território maranhense (Brasil, 2022).

Outra rodovia presente na Amazônia maranhense a ser destacada é a BR-222. Esta estrada percorre os estados do Ceará, Piauí, Maranhão e chega até o Pará, onde faz interligação com a Belém-Brasília (Google Earth, 2023). Essa rodovia favoreceu o surgimento de novos municípios no estado.

A construção de outra estrada, a BR-222, ligando a rodovia Belém-Brasília a São Luís, favoreceu ainda mais toda essa dinâmica socioeconômica, adicionando novas fronteiras madeireiras e fazendo surgir repentinamente, onde antes só havia floresta, novos povoados e distritos, muitos deles hoje transformados em municípios. (Martins; Oliveira, 2011, p. 28).

Não muito distante dessa rodovia, a Estrada de Ferro Carajás foi um dos pontos principais em relação à atual conjuntura de degradação do bioma, criada por meio do Projeto Grande Carajás (Decreto de Lei nº 1813) em 1980, durante o regime militar, para extração de minérios como empreendimento para empresas nacionais e internacionais (Congilio; Ikeda, 2013). Não somente a extração das commodities de minério de ferro, alumínio, cobre e bauxita, mas também a construção da estrada de ferro gerou conflitos com o meio ambiente e sua biodiversidade ao abrir caminho de São Luís ao estado do Pará, atravessando o que seria o bioma amazônico (Oliveira; Paz; Pereira, 2021).

Segundo Penha e Nogueira (2015), a presença da estrada de ferro fez com que ocorresse a concentração de pessoas com mercadorias locais para venda, com a esperança de um recurso para sua sobrevivência. No entanto, conflitos são gerados e impactam diretamente o meio ambiente e as comunidades locais por meio do transporte de minérios de ferro que são derrubados durante as viagens, contaminando pessoas e gerando poluição no ar, na água e na terra com o aterro de igarapés. Sendo assim, a geração econômica por meio da estrada de ferro acaba por beneficiar a capital em detrimento das comunidades locais.

De acordo com o site Mapa de Conflitos: Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil (2019), são enumerados diversos impactos socioambientais prejudiciais à saúde, tais como o assoreamento dos recursos hídricos, poluição atmosférica, fragmentação das comunidades tradicionais, desmatamentos e queimadas, erosão do solo, piora na qualidade de vida e alterações nas unidades de conservação.

Por meio do caderno Nova Cartografia: Devastação e Lutas Sociais na Amazônia Maranhense (2014), a identificação dessa devastação deliberada em meio aos recursos

naturais ocorreu, principalmente, por intermédio da Lei Nº 2.979 em 1969, conhecida popularmente como Lei Sarney de Terra, que abriu as fronteiras de terras na pré-Amazônia para a agropecuária, gerando conflitos de terras entre os povos tradicionais dessa região e grupos econômicos, contando com a presença de migrantes em busca de terras desocupadas. Não obstante, o projeto Grande Carajás põe em risco os recursos naturais deste território que são protegidos ou utilizados pelos povos nativos.

Além desses aspectos debatidos, a Nova Cartografia (2014) e dados levantados durante a pesquisa concluem que o bioma amazônico, não só o maranhense, como também em toda a sua extensão pelo território brasileiro, é marcado por megaempreendimentos, desmatamentos que provocam impacto direto e indireto em comunidades tradicionais, pescas predatórias, assoreamentos de rios em meio a ações mineradoras e retirada da cobertura vegetal, deslocamento das comunidades em prol da construção das estradas, degradação ambiental e crescimento econômico centralizado para as grandes empresas e desmatamento em áreas de unidades de conservação, que deveriam ser protegidas pela lei, são marcas da atual conjuntura de degradação ambiental e social na Amazônia maranhense.

Além disso, segundo a matéria do G1 (2022) com base nos dados do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), somente no ano de 2022 a Amazônia Legal teria perdido 245 km² em meio às mudanças climáticas, extração ilegal de madeiras e ações criminosas. Não obstante, o que ainda resta de sua vegetação original está localizado nas áreas de proteção e terras indígenas.

Quando é debatido o tema de mineração no bioma, um caso recente na legislação chama a atenção de muitos ambientalistas por meio do Decreto Nº 10.966/22, que institui o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Mineração Artesanal e em Pequena Escala (Pró-Map). Este decreto descreve que a atividade garimpeira deve ser reconhecida de forma integrada e duradoura com a perspectiva de políticas públicas para essas questões (Ministério de Minas e Energia, 2022). No entanto, a área de atuação do programa acaba sendo interligada na região da Amazônia Legal, o que pode provocar sua degradação se essa atividade econômica não for fiscalizada pelos devidos órgãos.

O garimpo ilegal, atividade presente em unidades de conservação e terras indígenas, causa degradação de rios, solo e vegetação, afetando a saúde local com exposição a substâncias químicas. Essa prática clandestina ameaça a biodiversidade e a qualidade da água, comprometendo ecossistemas frágeis.

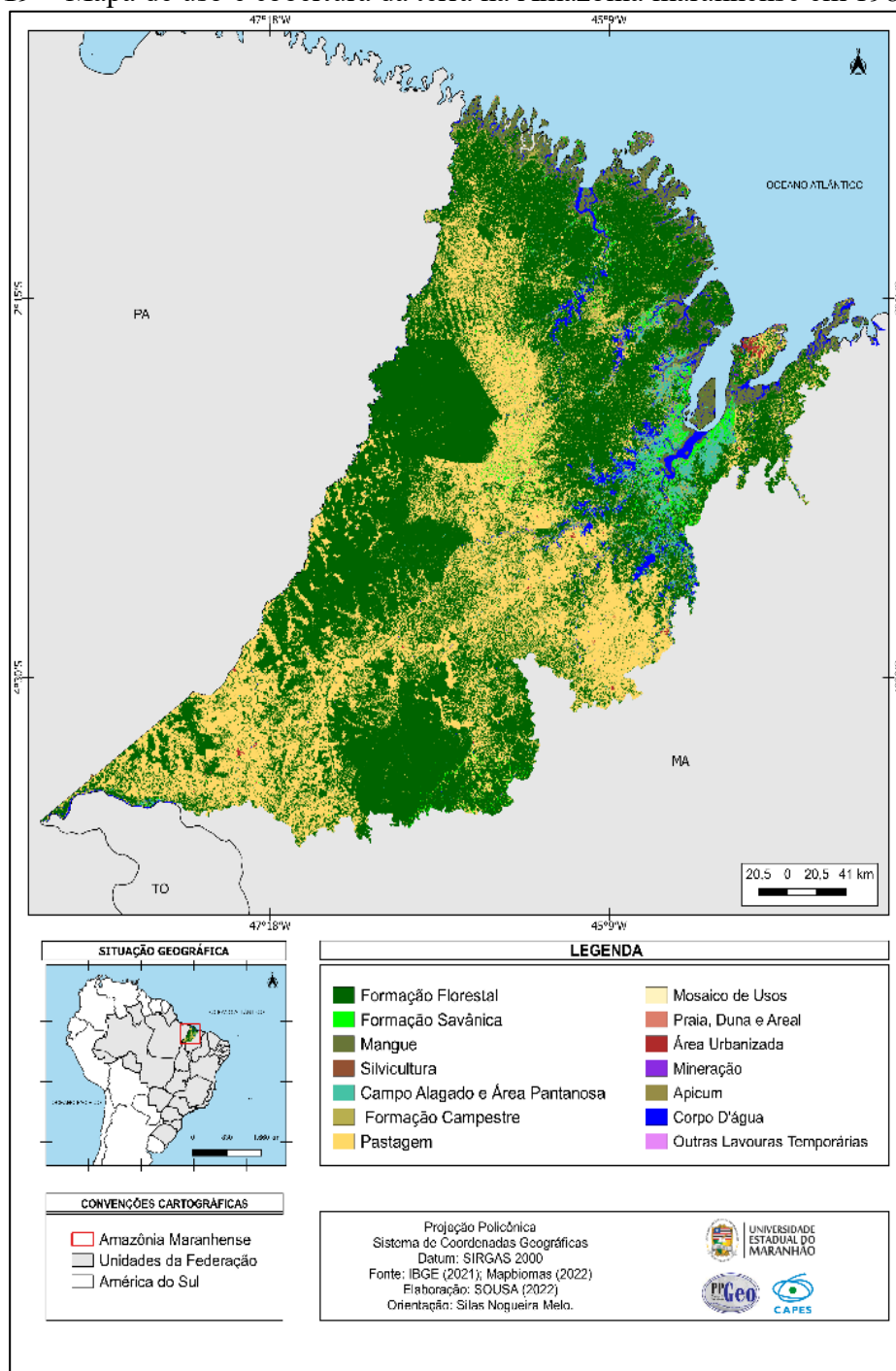
Sendo assim, é perceptível que algumas leis constantemente vão contra a preservação do bioma, como é o caso da Medida Provisória 867/2018, que visava alterar o Código Florestal. Isso ocorre quando as leis são modificadas para permitir o aproveitamento dessas áreas por empresas ou a expansão da agropecuária. Segundo Oliveira (2019), parte das leis do país destinadas à proteção da Amazônia é frequentemente modificada, principalmente para a redução de terras protegidas.

5.3 O uso e cobertura da terra da Amazônia Maranhense durante os anos de 1985 a 2020.

De acordo com os dados coletados em 1985, a Amazônia maranhense apresentou 14 classes de uso e cobertura da terra. A classe de formação florestal foi a mais representativa, ocupando 57% da região e destacando sua relevância ecológica, com presença significativa, especialmente no oeste da Amazônia maranhense, abrangendo o Rebio do Gurupi e terras indígenas, assim como nas reentrâncias maranhenses presentes no norte do bioma.

Na sequência, a pastagem, predominante no centro e sudoeste do estado, e o mangue correspondem, respectivamente, a 31% e 4% do território. As classes de Campo Alagado/Área Pantanosa, Formação Campestre e Corpos D'água, presentes significativamente na baixada maranhense e no litoral do estado, representaram, cada uma, 3% e 2% da área total. Já a Formação Savânica apresentou baixa representatividade, ocupando apenas 1% da região. As demais classes não ultrapassaram 1% de representatividade, e esses dados podem ser visualizados na Tabela 4 e no mapa de uso e cobertura, representado na Figura 19 abaixo.

Figura 19 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1985.



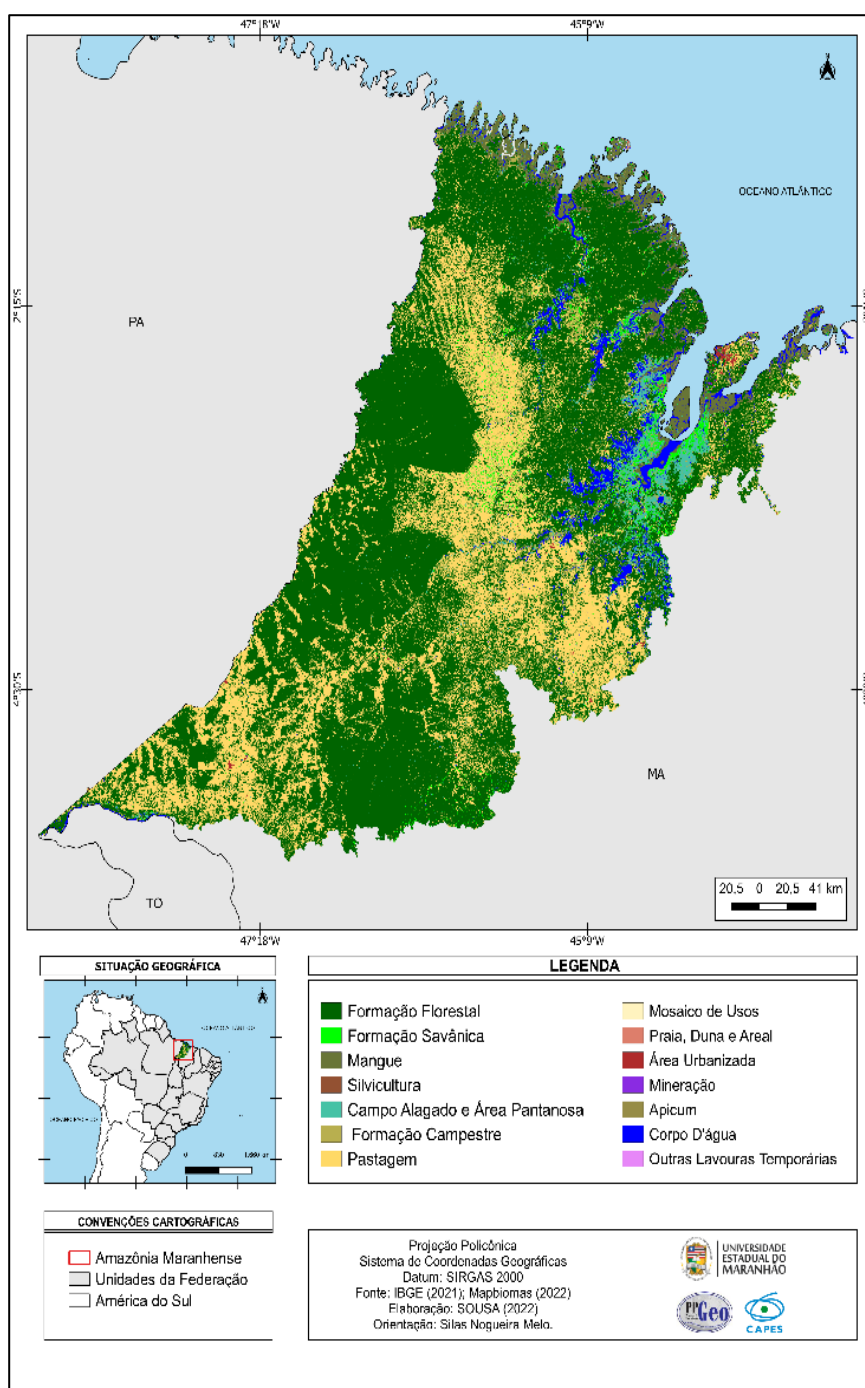
Fonte: Elaboração Própria (2023).

No ano de 1990, a Amazônia maranhense passou por mudanças significativas na distribuição das classes de uso e cobertura da terra em comparação com o ano de 1985. A classe de formação florestal destacou-se, registrando um aumento de 4% em sua área, correspondendo a 61% da região, mantendo em sua maioria em áreas de unidades de conservação, baixada maranhense e nas reentrâncias, localizadas na parte oeste, norte e nordeste da Amazônia maranhense.

Por outro lado, a área de pastagem, predominantemente no centro e sudeste da Amazônia maranhense, diminuiu em 5%, representando agora cerca de 26% da região. Esta diminuição pode estar associada ao processo de regeneração natural ou práticas de reflorestamento; mudanças na economia e estrutura fundiária, resultando em menor demanda por pastagens; restrições legais e ambientais ao desmatamento e conversão de florestas em pastagens; bem como mudanças nos padrões de uso da terra, influenciados pela preferência do mercado por produtos sustentáveis.

O mangue, presente no litoral, manteve a representatividade, ocupando 4% da área total. As classes de Campo Alagado/Área Pantanosa e Corpos D'água, presentes principalmente na baixada maranhense, representaram, cada uma, 3% da área total. Enquanto isso, a Formação Savânica e a Formação Campestre representaram, respectivamente, 2% e 1% da área. Outras classes não apresentaram porcentagens superiores a 1%, como detalhado na Tabela 4 e visualizado no mapa de uso e cobertura, apresentado na Figura 20 abaixo.

Figura 20 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1990.

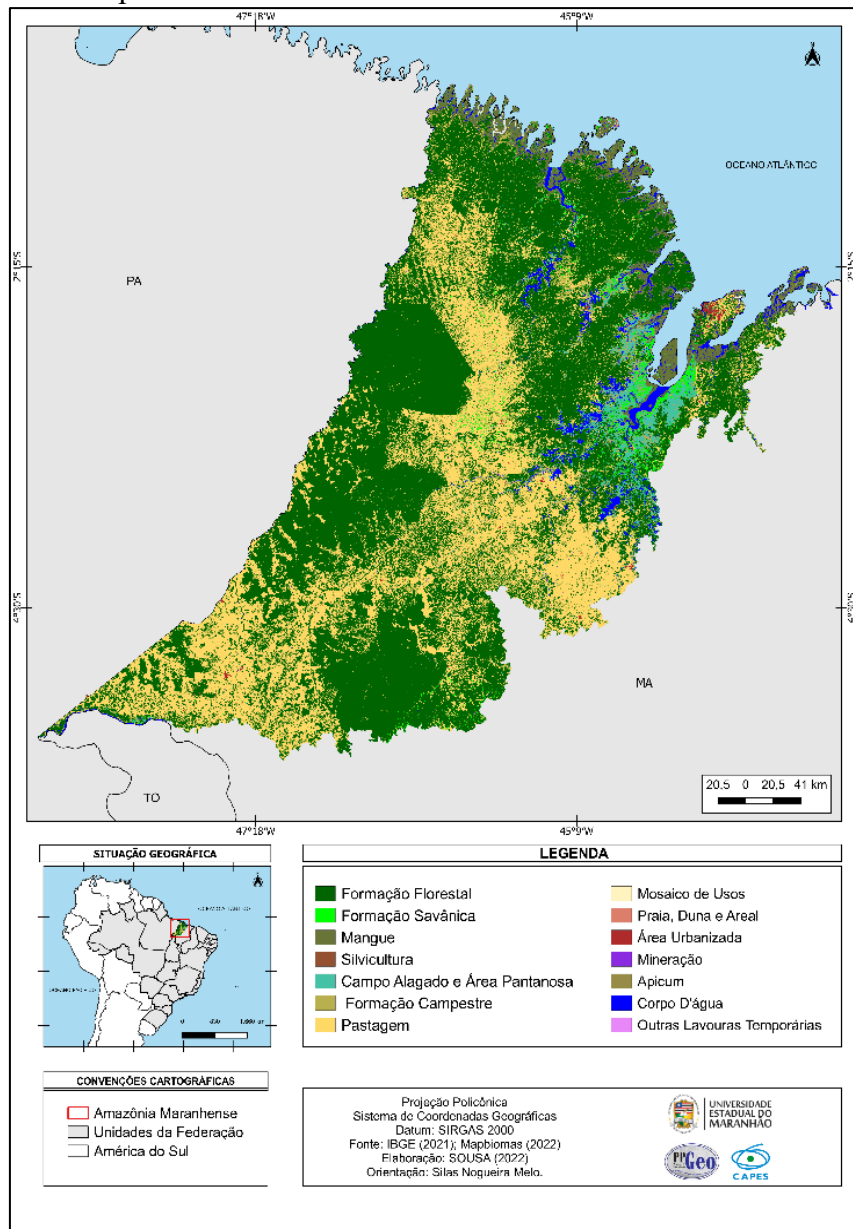


Fonte: Elaboração Própria (2023).

Em 1995, a região em estudo registrou uma redução de 4% na cobertura florestal em comparação com 1990, principalmente na direção oeste, próxima a terras indígenas e unidades de conservação, representando atualmente apenas 57% da área total. Em contrapartida, a área de pastagem cresceu aproximadamente 5%, concentrando-se principalmente no centro do bioma e expandindo-se para o oeste e norte do território próximo a áreas de proteção, alcançando uma representatividade de 31%.

As classes Mangue e Campo Alagado/Área Pantanosa correspondem a 4% e 3%, respectivamente, da área total. Por sua vez, as classes Formação Campestre e Corpos D'água representam apenas 2% cada, enquanto a Formação Savânica abrange apenas 1% da região. As demais classes apresentaram dados inferiores a 1%, conforme detalhado na Tabela 4 e ilustrado no mapa de uso e cobertura da Figura 21.

Figura 21 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 1995.



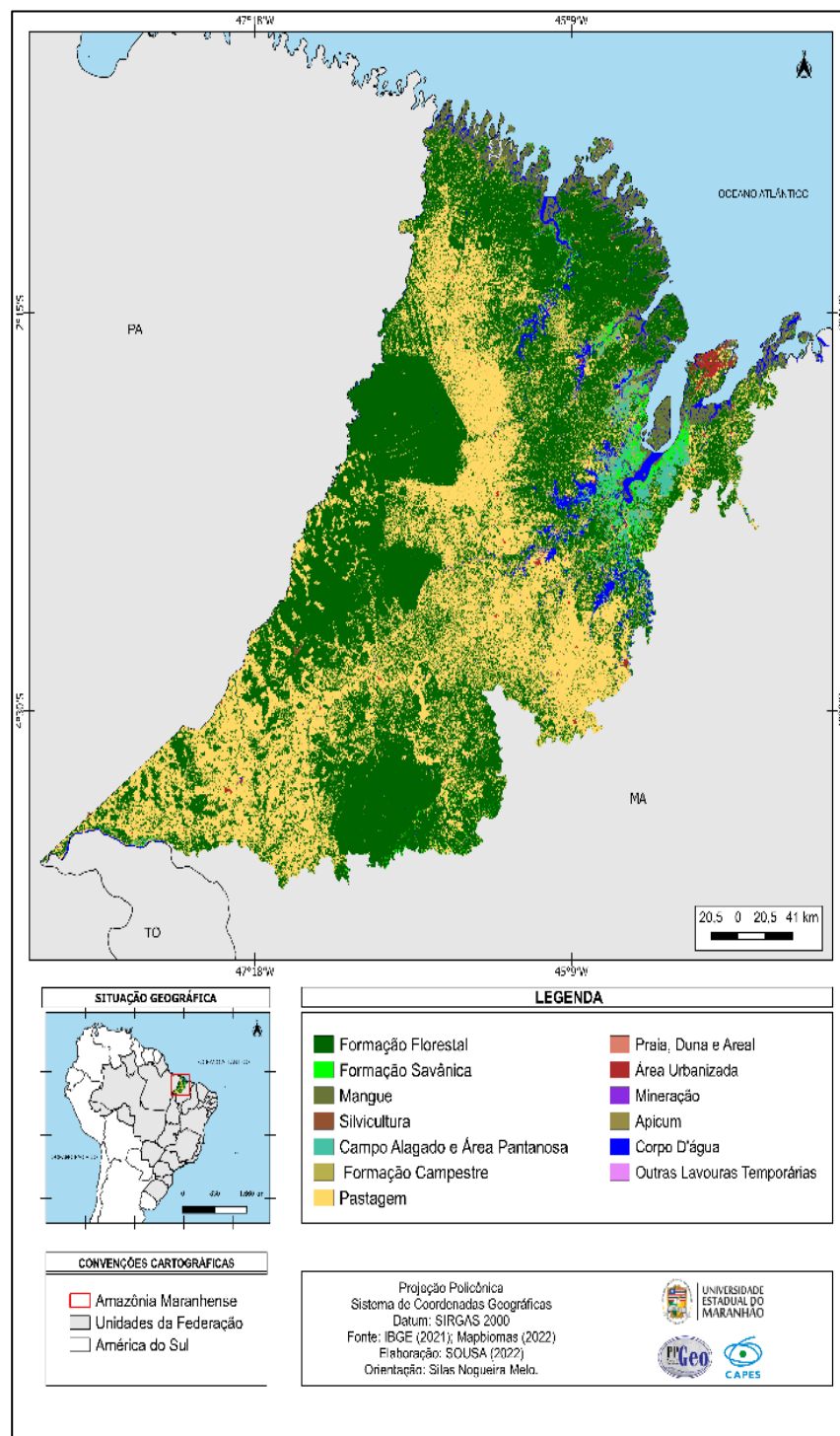
Fonte: Elaboração Própria (2023).

Os dados indicam que, no ano de 2000, a Amazônia maranhense continuou a apresentar mudanças na distribuição das classes de uso e cobertura da terra em comparação aos anos anteriores. A classe de formação florestal, que anteriormente

representava 57%, agora abrange 52% da área total, refletindo uma queda de 5%, com avanços mais significativos nas mesmas áreas dos anos anteriores. Enquanto isso, a pastagem, que tinha uma participação de 31% em 1985, agora ocupa 36% da região.

O mangue contribui com 4% da área, e os Corpos D'água representam apenas 3% desse total. As classes de Campo Alagado/Área Pantanosa e Formação Campestre ocupam apenas 2% da região, enquanto a Formação Savânica representa somente 1% da área. Outras classes não apresentaram dados significativos durante o ano estudado, conforme detalhado na Tabela 4 e ilustrado no mapa de uso e cobertura, representado na Figura 22 abaixo.

Figura 22 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2000.

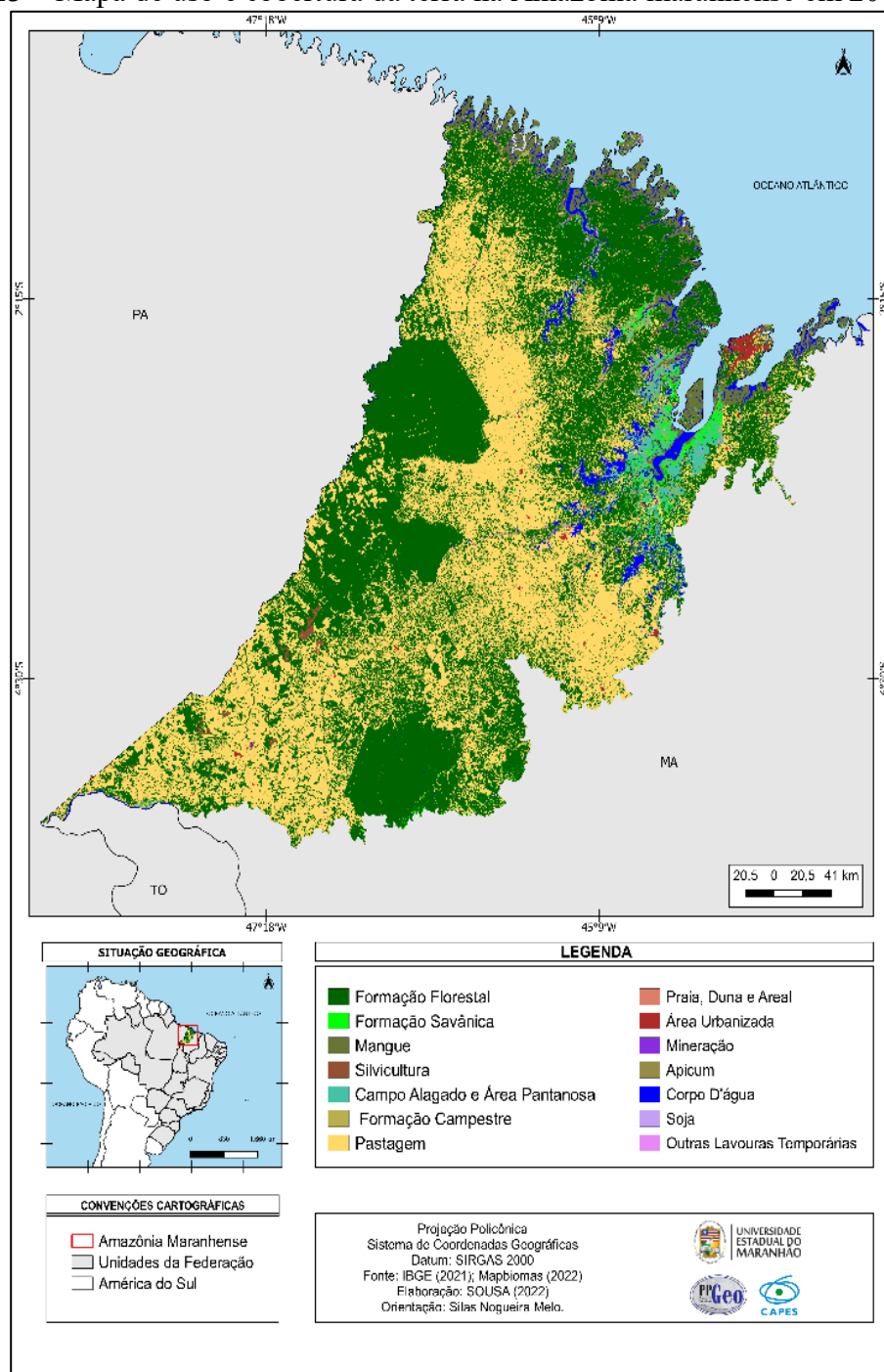


Fonte: Elaboração Própria (2023).

Em 2005, a Amazônia maranhense apresentou mudanças significativas em relação à distribuição das classes de uso e cobertura da terra em comparação ao ano anterior. A classe de formação florestal continuou a diminuir principalmente em direção às reentrâncias maranhenses, apresentando uma queda de 4% e representando 48% da

região. Em contrapartida, a pastagem continuou a crescer principalmente em direção a terras indígenas, aumentando 4% em relação ao ano anterior e representando 40% da área, ocupando assim a área perdida pela formação florestal. A classe de mangue permaneceu com a mesma representatividade, ocupando 4% da região, enquanto os Corpos D'água representaram 3% dessa porcentagem. As classes de Campo Alagado/Área e Formação Campestre ocupam apenas 2% da região, enquanto a Formação Savânica representou somente 1% da área. As demais classes apresentaram porcentagens inferiores a 1%, não sendo representativas durante o ano estudado, conforme apresentado na tabela 4 e representado visualmente no mapa de uso e cobertura da terra figura 23 abaixo.

Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2005.

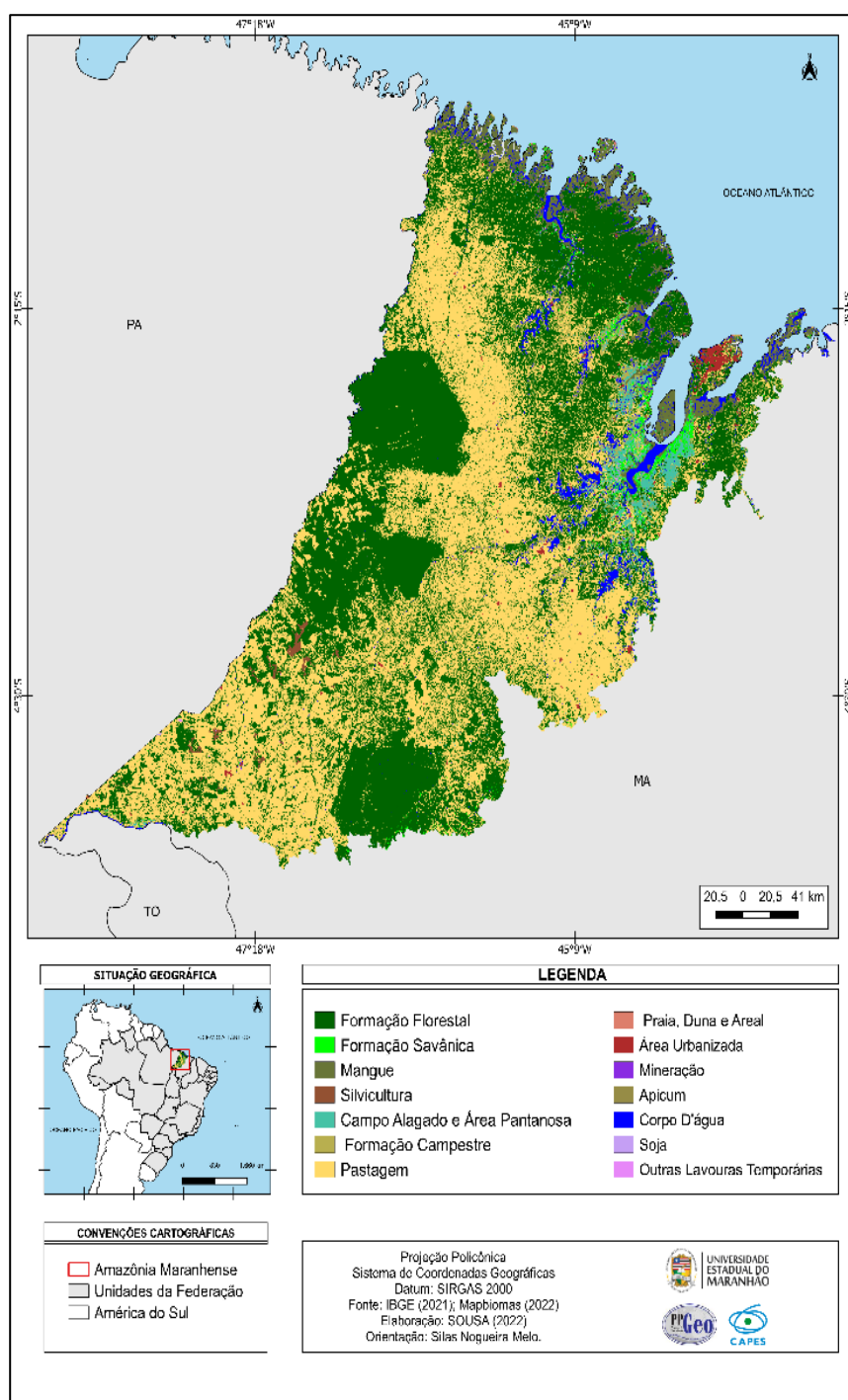


Fonte: Elaboração Própria (2023).

No ano de 2010, a Amazônia maranhense apresentou mudanças na distribuição das classes de uso e cobertura da terra em relação ao ano anterior. A classe de formação florestal continuou a diminuir com sua fragmentação mais acentuada no sudeste, centro-oeste e norte do bioma, apresentando uma queda de 3% e representando 45% da região. Por outro lado, a pastagem cresceu 3% em relação ao ano anterior e representou 43% da área total, nas mesmas áreas em que houve a diminuição da classe de formação florestal,

próximas a áreas de proteção. A classe mangue e Corpos D'água mantiveram-se estáveis, ocupando 4% e 3% da região das reentrâncias e baixada maranhense, respectivamente. As classes de Campo Alagado/Área e Formação Campestre ocupam apenas 2% da região da baixada maranhense, enquanto a Formação Savânica representou somente 1% da área. As demais classes apresentaram porcentagens abaixo de 1%, não sendo representativas durante o ano estudado, conforme apresentado na tabela 4. É possível visualizar a distribuição das classes de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense por meio da figura 24, que apresenta o mapa correspondente ao ano de 2010.

Figura 24 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2010.



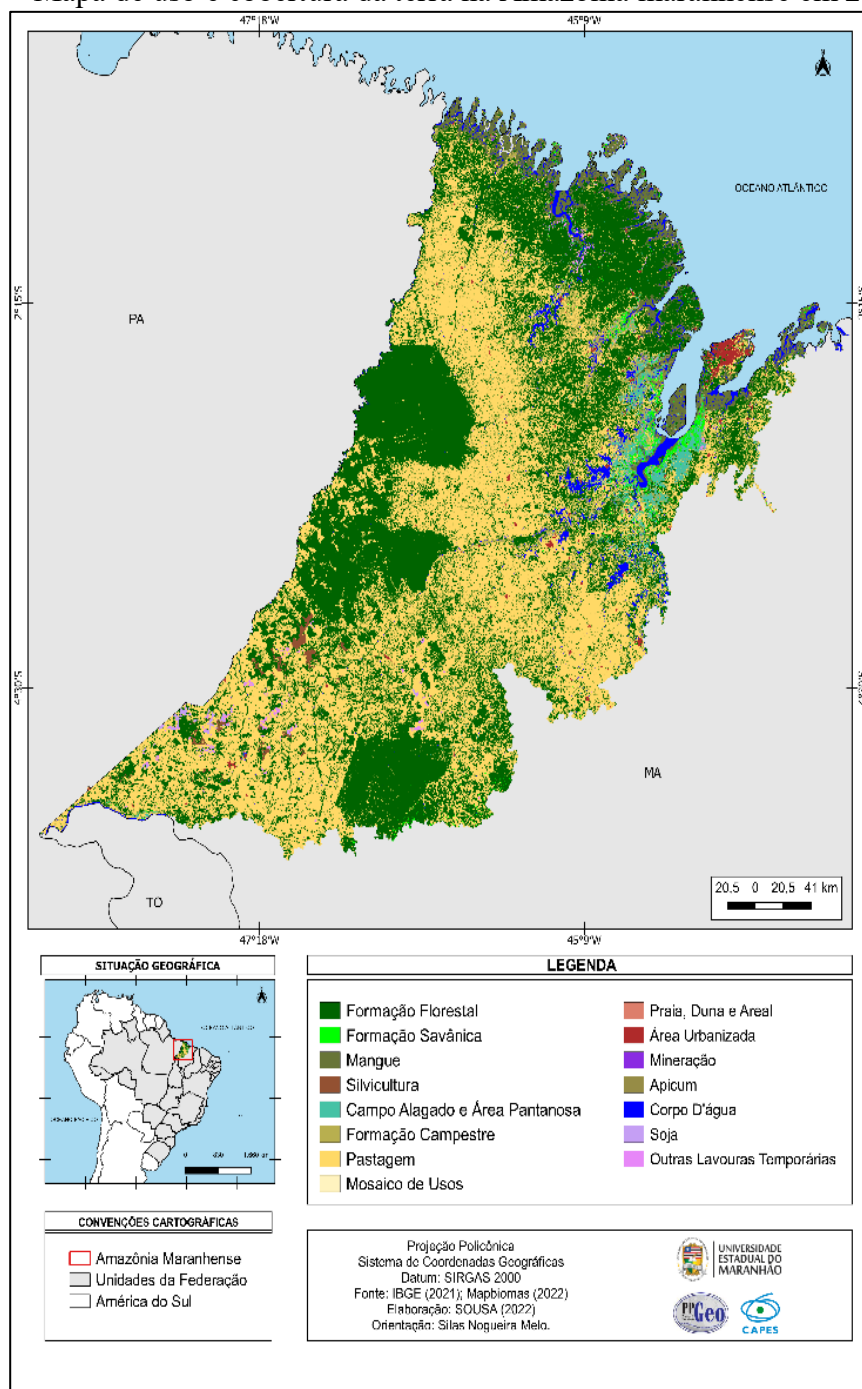
Fonte: Elaboração Própria (2023).

No ano de 2015, a classe de formação florestal apresentou uma queda de apenas 2% em relação a 2010, estabelecendo-se em 43% da área total. Esse dado indica que sua diminuição está se estabilizando. No entanto, pela primeira vez na série histórica da pesquisa, a pastagem tornou-se a classe mais significativa da região, representando 45% da área e apresentando um crescimento de 2% em relação a 2010, com um aumento mais acentuado nas regiões norte, sudoeste, centro e oeste do bioma, os mesmos locais em que

ocorreu a diminuição da classe de formação florestal. A classe mangue manteve-se estável, ocupando 4% da região, enquanto a tipologia Corpos D'água apresentou uma redução de 1%, representando agora 2% da área.

As classes de Campo Alagado/Área Pantanosa e Formação Campestre ocupam apenas 2% da região, enquanto a Formação Savânica representou somente 1% da área. Destaca-se que, neste ano, a classe Área Urbanizada apresentou pela primeira vez uma porcentagem equivalente a 1%. As demais classes apresentaram porcentagens abaixo de 1%, não sendo representativas durante o ano estudado, conforme detalhado na Tabela 4. A distribuição das classes de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense pode ser visualizada por meio da Figura 25, que apresenta o mapa correspondente ao ano de 2015.

Figura 25 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2015.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Finalmente, no ano de 2020, observamos que a Amazônia maranhense apresentou novas configurações na distribuição das classes de uso e cobertura da terra em relação aos anos anteriores. A classe de formação florestal teve apenas uma leve queda de 1% e recuperou seu status como a classe mais representativa da região, apesar do declínio ao longo das décadas. Pela primeira vez nesta série histórica, a tipologia de pastagem registrou uma redução de 2% em comparação com o ano de 2015, mas ainda manteve sua

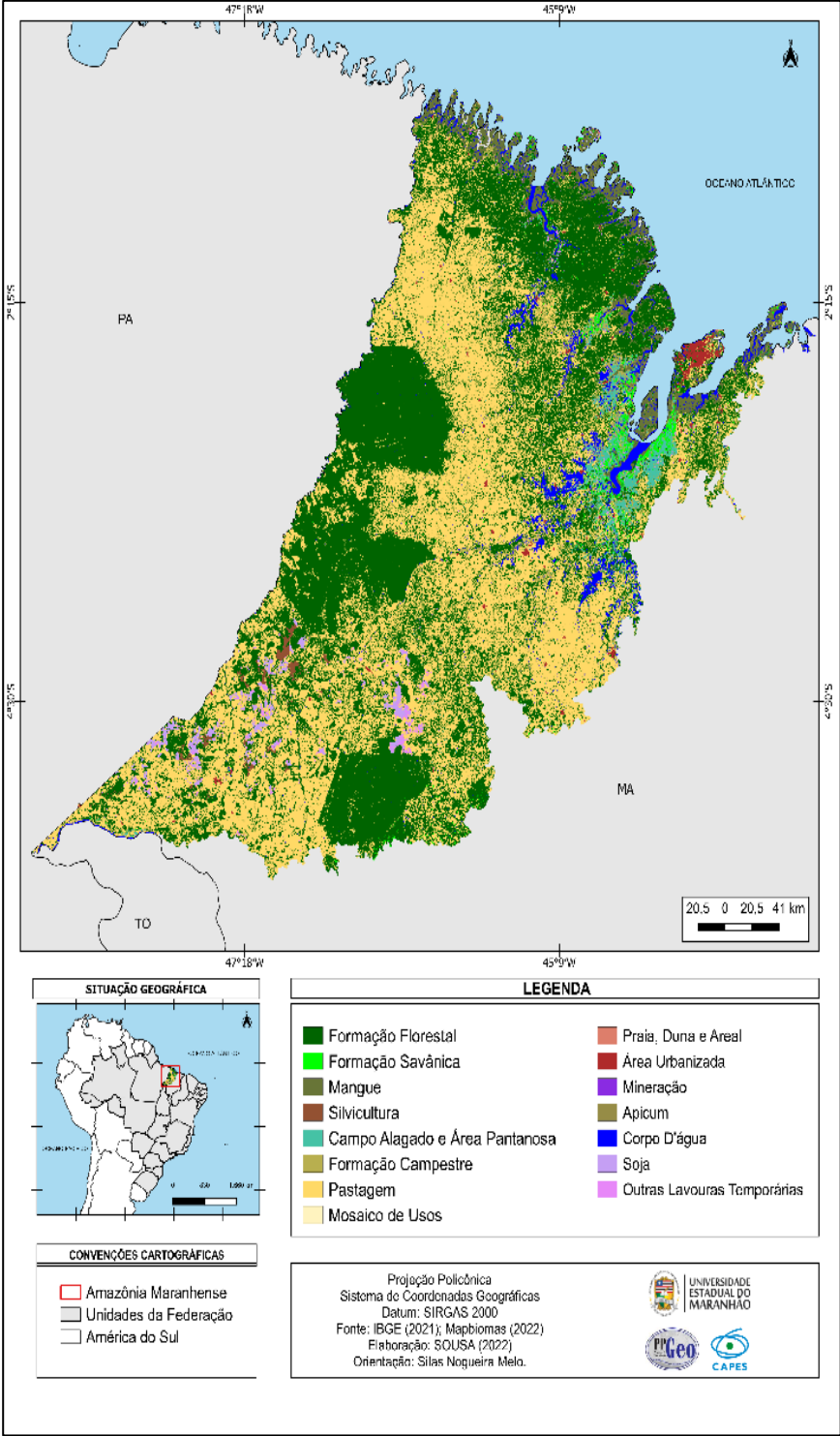
representatividade, ocupando 43% da região, com uma fragmentação mais pronunciada nas mesmas regiões do território, especialmente no Norte, Sudoeste e centro do bioma.

Outra classe representativa que experimentou um declínio foi o mangue, diminuindo 1% e representando agora 3% da área, localizada principalmente no litoral do estado. Houve um aumento de 1% na tipologia Corpos D'água, que passa a representar 3% da área na baixada maranhense. Assim como nos anos anteriores da pesquisa, as classes de Campo Alagado/Área Pantanosa e Formação Campestre ocuparam apenas 2% da região, enquanto a Formação Savânica representou somente 1% da área.

Destaca-se o surgimento de novas tipologias na região, como Soja e Outras Lavouras Temporárias, que apresentaram porcentagens significativas pela primeira vez, evidenciando as mudanças no uso e cobertura da terra. A classe Área Urbanizada manteve-se constante em 1%.

As demais classes apresentaram porcentagens abaixo de 1%, não sendo representativas durante o ano estudado, conforme apresentado na Tabela 4. É possível visualizar a distribuição das classes de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense por meio da Figura 26, que apresenta o mapa correspondente ao ano de 2020.

Figura 26 – Mapa de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense em 2020.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Tabela 4 - Porcentagem das classes de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense entre 1985 e 2020

Classe	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
--------	------	------	------	------	------	------	------	------

Formação Florestal	57%	61%	57%	52%	48%	45%	43%	44%
Formação Savânica	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Mangue	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%
Silvicultura	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Campo Alagado	3%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%
Formação Campestre	2%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Pastagem	31%	26%	31%	36%	40%	43%	45%	43%
Mosaico de Agricultura	0%	0%	0%	Sem dados	Sem dados	Sem dados	0%	0%
Praia, Duna e Areal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Área Urbanizada	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%
Mineração	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Apicum	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rio, Lago e Oceano	2%	3%	2%	3%	3%	3%	2%	3%
Soja	Sem dados	Sem dados	Sem dados	0%	0%	0%	0%	1%
Outras Lavouras Temporárias	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%

Fonte: Elaboração Própria (2023).

5.4 Um estudo de caso acerca da eficácia das Unidades de Conservação para reduzir o desmatamento na Amazônia maranhense

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, patrimônio da humanidade, casa de uma rica biodiversidade de flora e fauna, e contém uma exuberante quantidade de rios (Pereira *et al.*, 2020; Nicolau *et al.*, 2021; Silva, Pessoa, Vieira *et al.*, 2022). A conservação da floresta amazônica tem sido debatida no mundo todo por sua extensão, pela sua relevância ecológica e pela atual conjuntura de conflitos motivados pelo desmatamento. Infelizmente, pesquisas vêm mostrando que a Amazônia está em risco devido ao alto grau de desmatamento (Eiras-Barca *et al.*, 2020; Gollnow *et al.*, 2018; Milien *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022).

Uma das principais razões para o desmatamento ocorrer é o aumento da população humana (Qureshi; Yusuf, 2019). Dessa forma, diversos estudos têm avaliado que o desmatamento na Floresta Amazônica ocasiona incêndios florestais (Aragão *et al.*, 2018; Dos Reis *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021), aumento de doenças (Ellwanger *et al.*, 2020; Lorenz *et al.*, 2021), alterações do clima (Arias *et al.*, 2020; Gomes *et al.*, 2019), Poluição Atmosférica (Luisetto *et al.*, 2019; Marlier *et al.*, 2020), Poluição das águas (Souza Jr *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2020), abertura de estradas clandestinas (Das Neves *et al.*, 2021; Nascimento *et al.*, 2019; Ferrante; Fearnside, 2020), expansão de áreas de agricultura (Vijay *et al.*, 2018; Amaral *et al.*, 2021), expansão da pecuária (Vale *et al.*, 2019; Murad; Pearse, 2018), ameaças às Terras Indígenas (Santos *et al.*, 2022; Rorato *et al.*, 2021), ameaças às Unidades de Conservação (Jesus *et al.*, 2020; Sansolo, 2022), entre outros.

De acordo com Silva e Silva (2022), por muito tempo houve um esforço governamental na medida do possível para adequar as atividades produtivas e econômicas extrativas com a proteção da natureza. Contudo, o aumento do desmatamento na floresta amazônica tem sido detectado em diversas áreas, inclusive as denominadas áreas protegidas, como, por exemplo, terras indígenas (TIs) e as unidades de conservação (UCs) (Cabral *et al.*, 2018; Rudke *et al.*, 2018), as quais foram criadas com o intuito de proteger a sociobiodiversidade e conservar a vegetação que ainda possuem no seu interior. De acordo com Assis *et al.* (2022), as unidades de conservação podem auxiliar nas estratégias de gestão territorial e ambiental das bacias hidrográficas para a preservação dos recursos naturais da floresta amazônica.

Em função disso, tem emergido um grande desafio entre gestores públicos, Organizações Não Governamentais (ONGs), e universidades, para buscarem alternativas sustentáveis para essas áreas no bioma amazônico. Diversas pesquisas têm mostrado como as Unidades de Conservação são efetivas na preservação das áreas de floresta na Amazônia brasileira (Nogueira *et al.*, 2018; Paiva *et al.*, 2020; Walker *et al.*, 2020). Por

exemplo, Jesus e Catojo (2020) analisaram a dinâmica do desmatamento (corte raso) em conjunto de Unidades de Conservação no norte do bioma Amazônia. Os resultados de Jesus e Catojo (2020) revelaram que as UCs são ferramentas eficientes na conservação dos ecossistemas naturais, com manutenção da cobertura florestal principal. Além disso, eles verificaram que uma razão importante para o corte raso da floresta foi realizado para o estabelecimento de pastagens para criação de gado.

Diante de toda a problemática levantada, são poucos os estudos que avaliaram a efetividade das terras protegidas pelos estados brasileiros. Dessa forma, é considerada a retirada da vegetação (desmatamento) a alavanca para o desencadeamento de impactos socioambientais diversos. Essa abordagem é importante, pois diversos são os autores que pesquisaram a importância das Unidades de Conservação da Amazônica, inclusive sobre sua relação com o clima (Coe *et al.*, 2009; Davidson, *et al.*, 2012; Artaxo *et al.*, 2014).

Portanto, neste capítulo da pesquisa objetiva-se preencher essa lacuna realizando uma avaliação da mudança de uso da terra nas regiões de planejamento do Baixo Munim e do Pindaré, duas áreas contidas na Amazônia brasileira. A primeira região tem o status de proteção legal, ao contrário da segunda região que possui mínima proteção, levando-nos a analisar, em uma escala temporal de 35 anos, os efeitos que as Unidades de Conservação possuem na Amazônia. A avaliação consiste em técnicas de sensoriamento remoto e análise estatística com o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A vegetação de ambas as áreas é caracterizada predominantemente por Vegetação Secundária, seguida de áreas de pasto e Vegetação Secundária com Palmeiras tendo em vista que o estado se localiza entre o clima superúmido e semiárido decorrente, respectivamente, da região Norte e Nordeste brasileira. Os solos são compostos por Argissolo Vermelho-Amarelo (25,98%), Latossolo Amarelo (21,40%), Plintossolo Argilúvico (18,94%) (ZEE - MA, 2019).

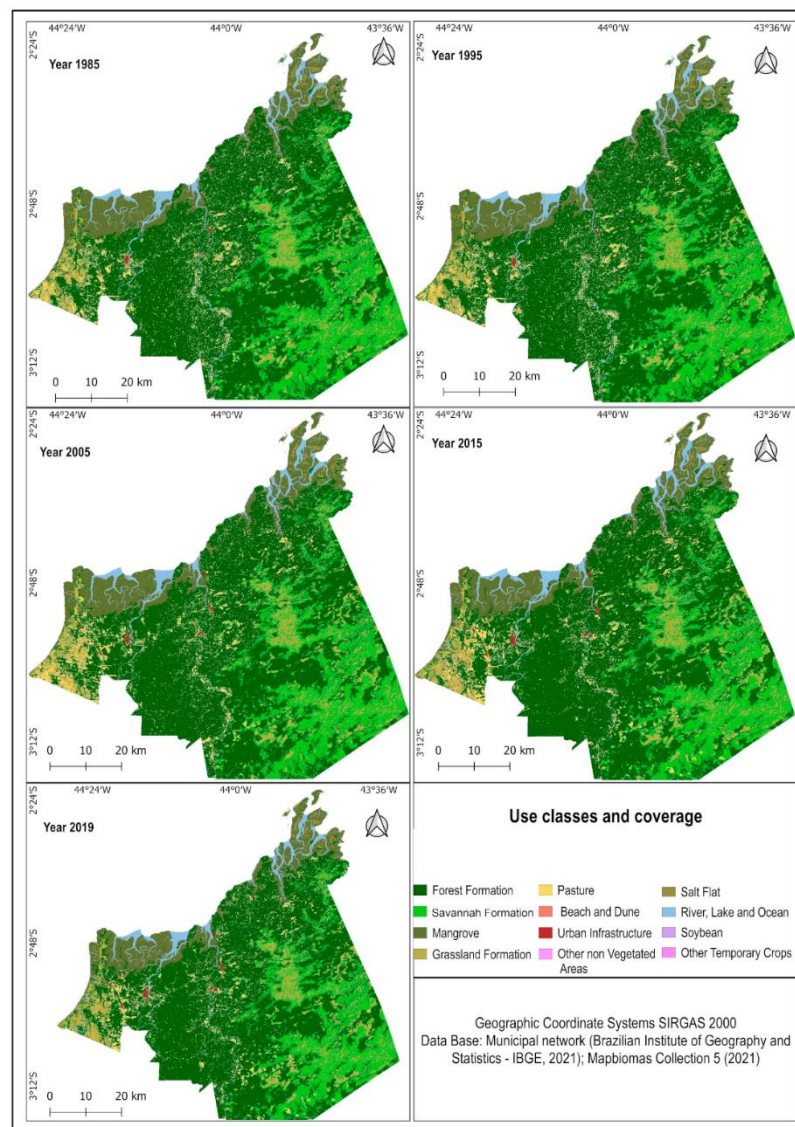
5.4.1 Análise das Classes de Uso do da terra

Na área do Baixo Munim (região protegida), os dados indicam que a classe de formações naturais se manteve estável na porção centro-leste até 1995. Quando essa classe começou a crescer em 2005, ela se sobrepunha às áreas de formações mais espaçadas, como a formação de cerrado, que se concentravam mais a oeste. Em 2015, as formações florestais, cerrados e manguezais diminuíram em detrimento do aumento de classes como formação campestre e formação de rios, lagos e oceanos, que passaram a

ter a mesma tendência de crescimento das formações florestais, e houve um declínio da formação de cerrado e manguezais no ano de 2019.

Nesse mesmo ano surgiram pequenas áreas para cultivos temporários, como a soja, mas não tão evidentes em termos percentuais. A Figura 27 mostra os tipos de uso da terra na região do Baixo Munim entre os anos de 1985 e 2019, bem como seus respectivos percentuais.

Figura 27 - Mapa de uso da terra na região do Baixo Munim.

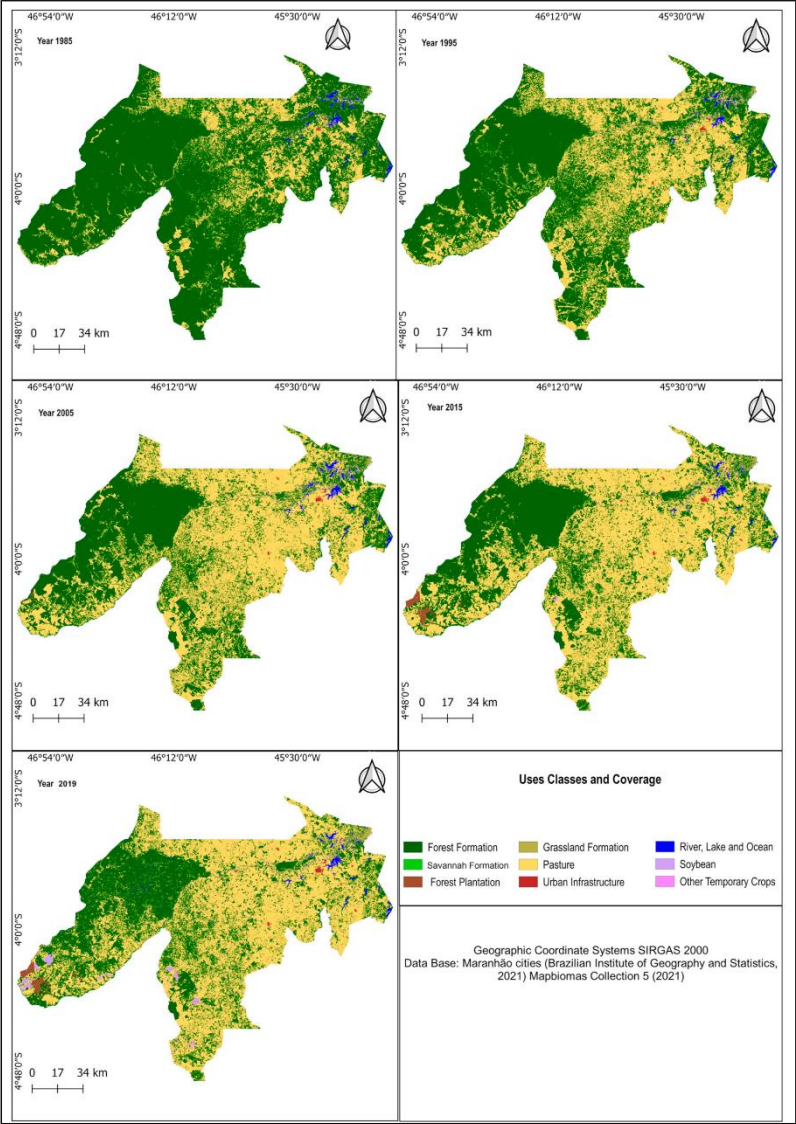


Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

Em relação à área de Pindaré (Figura 28), os resultados revelaram que esta região apresenta alto grau de degradação de sua cobertura vegetal nativa. Isso é perceptível porque a formação florestal que existia em sua maior parte em 1985 transformou-se em pastagem nas décadas de 1995 e 2005. Em 2005, observou-se que a região já havia

atingido um grau de degradação, já havia atingido um grau de degradação irreversível. Por fim, em 2015 e 2019, a região foi ocupada quase inteiramente para pastagem e outros usos, como infraestrutura urbana e outras culturas temporárias e soja.

Figura 28 - Mapa de uso do solo na região de Pindaré.



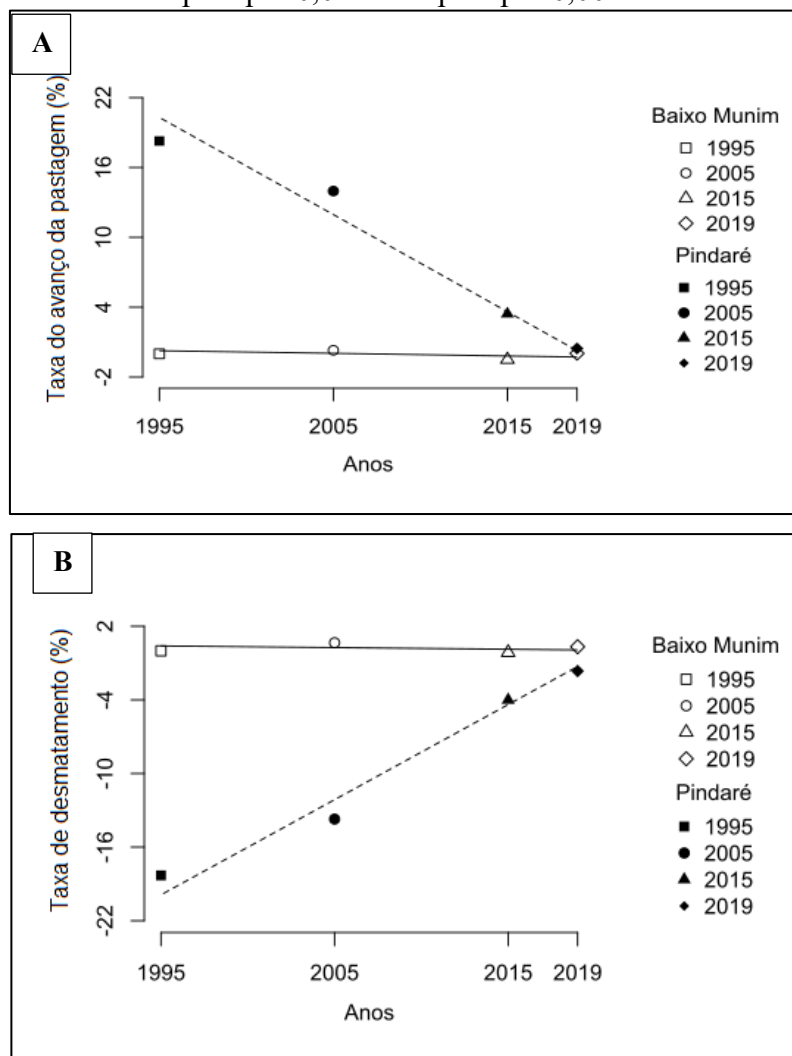
Fonte: Reprodução da pesquisa (2023).

5.4.2 ANCOVA e Matriz de Correlação

Nossos resultados indicam que, ao longo dos anos, houve uma redução na taxa de mudança de uso da terra da classe florestal na região de Pindaré. Por outro lado, na região do Baixo Munim, a taxa de mudança de uso da terra da classe floresta manteve-se estável ao longo do período investigado (Figura 29 a).

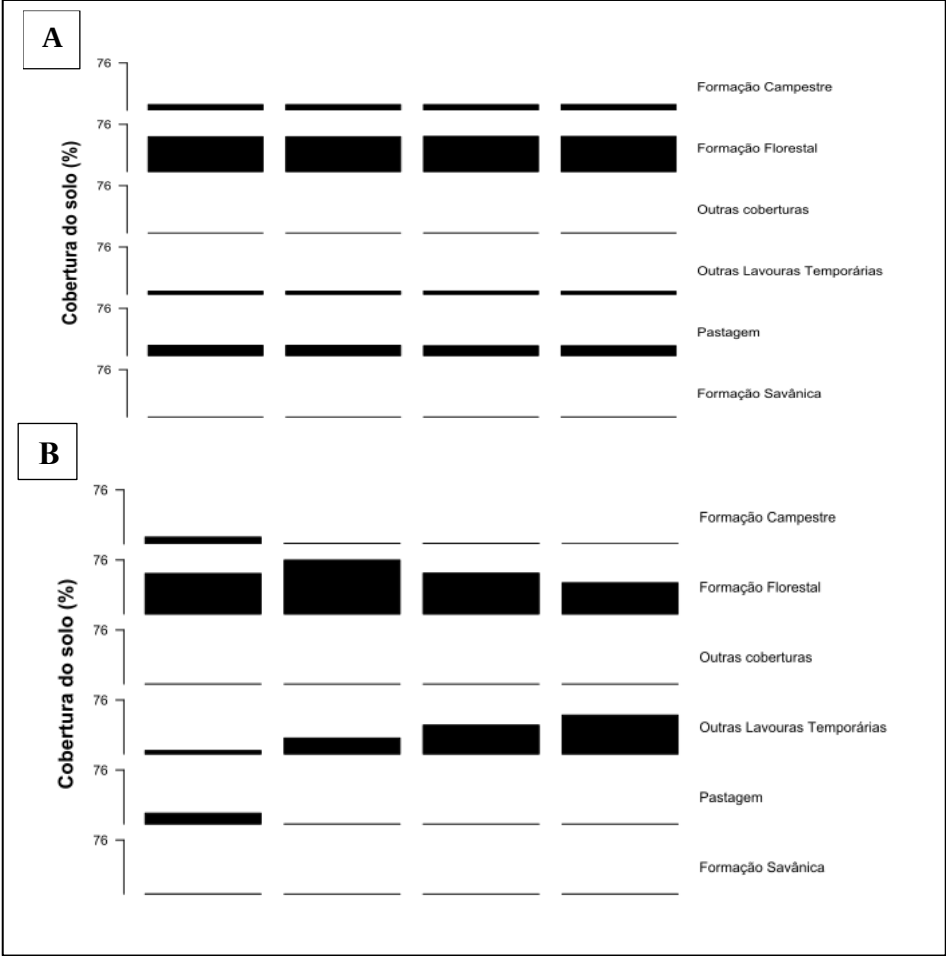
Na região de Pindaré também foi observada uma diminuição na taxa de mudança de uso da terra da classe pastagem (Figura 29 b). Na região do Baixo Munim, a taxa de mudança de uso da terra da classe pastagem foi baixa e estável ao longo de todo o período (Figura 30). As outras classes de uso da terra não mudaram significativamente. Em resumo, pode-se observar que o desmatamento na região do Baixo Munim não foi muito significativo. A região de Pindaré foi bastante alterada pelos usos antrópicos até 1995, e desde então os índices de desmatamento e abertura de áreas para pastagem diminuíram por possuir pouca mata nativa.

Figura 29 - Resultados da ANCOVA: (A) Florestas; (B) Pastagens. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Figura 30 - Áreas em percentuais para cada classe de uso da terra: (A) Baixo Munim; (B) Pindaré. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$.



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Na região do Baixo Munim, houve correlação negativa entre a área de mata e o cerrado (Tabela 5). Também observamos uma correlação negativa entre a área de cerrado e a área urbana. No entanto, foi observada uma correlação positiva entre a área campestre e a área urbana. Para a região de Pindaré, a área de mata relacionou-se negativamente com pastagem e área urbana (Tabela 5). A área de cerrado também se relacionou negativamente com a área de pastagem e urbana. Por outro lado, a área de floresta se relacionou positivamente com a área de savana. A área de pastagem também se relacionou positivamente com a área urbana.

Tabela 5 - Matriz de correlação entre as classes de uso do solo ao longo dos anos para cada área de estudo. * para $p < 0,05$, ** para $p < 0,01$ e *** para $p < 0,001$.

Munim	Classes	Pastagem	Formação Florestal	Agricultura	Pastagem	Formação Savânica
	Formação Florestal	0.65				

	Agricultura	0.39	0.54			
	Pastagem	-0.76	-0.08	-0.40		
	Formação Savânica	-0.84	-0.96*	-0.49	0.33	
	Área Urbanizada	0.89*	0.87	0.69	-0.55	-0.95*
Pindaré	Formação Florestal	0.66				
	Agricultura	-0.16	-0.61			
	Pastagem	-0.67	-1.00***	0.58		
	Formação Savânica	0.69	0.99***	-0.50	-0.99**	
	Área Urbanizada	-0.53	-0.95*	0.81	0.93*	-0.89

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Além disso, os resultados revelaram diferenças significativas nas correlações entre as classes de uso da terra nas duas regiões estudadas. Na região do Baixo Munim, observou-se correlação negativa entre área de mata e cerrado, assim como correlação negativa entre cerrado e área urbana. Por outro lado, a área de pastagem apresentou correlação positiva com a área urbana da região. Já na região do Pindaré, a área de mata se relacionou negativamente com a área de pastagem e a área urbana, enquanto a área de cerrado também se relacionou negativamente com a área de pastagem e a área urbana. Por outro lado, a área de floresta se correlacionou positivamente com a área de savana, e a área campestre com a área urbana.

Nossos resultados revelaram que as dinâmicas de uso da terra são mais homogêneas ao longo das séries temporais na região amazônica protegida pelo estado do que naquelas sem proteção. De acordo com Pack *et al.* (2016), as Unidades de Conservação (UCs), como parques nacionais, reservas naturais e outras, são a base dos esforços globais para conservar a biodiversidade mundial. Aguiar *et al.* (2018) afirmam que a criação de UCs, além de sistemas eficazes de monitoramento ambiental, são ferramentas eficazes para combater o desmatamento na Amazônia.

De maneira geral, a região do Baixo Munim não apresentou grandes variações percentuais nas classes de uso da terra ao longo dos anos. Além disso, observou-se que cerca de 91,3% (UCB, 2020) desta área possui proteção legal. Podemos observar pelos resultados que a data de criação das UCs é relevante para entender a proteção da cobertura florestal entre os anos de 1985 e 2019, que se mostraram preservados ao longo da série

temporal. Isso corrobora a importância das UCs estaduais da região do Baixo Munim que apresentaram pouca mudança de uso do solo em comparação com a área sem proteção legal.

A região de Pindaré (pouca proteção) apresentou diminuição de florestas devido ao aumento de pastagens. Essa área é apenas um reflexo do que o bioma Amazônia vem se transformando nas últimas décadas. Essas mudanças são perceptíveis por meio de diversas formas de uso da terra que conflitam com a região, como exploração madeireira, corte raso, abertura de áreas agrícolas, implantação de pastagens e reflorestamento com monocultura de eucalipto.

Os resultados da região de Pindaré indicam mudanças significativas nas taxas de mudança de uso da terra ocorrendo apenas nas classes de uso pastagens e florestas. A matriz de correlação complementa esse resultado ao nos mostrar como essas mudanças ocorreram. Na região de Pindaré, a expansão das pastagens esteve relacionada principalmente à perda de áreas de mata e cerrado. O crescimento das pastagens também influenciou o crescimento urbano. Além disso, também podemos observar que o crescimento urbano teve um efeito negativo sobre a floresta e o cerrado. Portanto, podemos inferir que as pastagens na região de Pindaré cresceram quando grandes áreas de floresta estavam disponíveis para desmatamento na região.

Na região do Baixo Munim, não observamos mudanças significativas nas taxas de mudança de uso da terra. No entanto, a matriz de correlação mostra algumas correlações, como as observadas em Pindaré. Primeiro, a correlação entre o crescimento urbano e a redução da área de savana; em segundo lugar, o crescimento da área campestre está positivamente relacionado ao crescimento urbano. Os campos campestres da região do Baixo Munim estão majoritariamente associados a pastagens ou inseridos na matriz cerrada. Assim, podemos inferir que o crescimento urbano na região do Baixo Munim pressiona as áreas de cerrado, e que a presença de UCs influenciou no fato de não haver expansão de pastagens sobre matas e cerrados.

Os resultados corroboram as análises de Silva Junior *et al.* (2020), a qual constatou que, a partir do ano de 2019, o Brasil foi marcado por retrocessos ambientais. Além disso, os autores indicaram que na região amazônica do estado do Maranhão a cobertura florestal original diminuiu de 25% (24.700 km²) em 2016 para 24% (23.967 km²) em 2019, e 6.038 km² das florestas remanescentes foram degradadas por incêndios e/ou processos de extração ilegal de madeira, que foram relacionados a altos níveis de violência contra comunidades indígenas e rurais. Além disso, o estado do Maranhão não

possui mais núcleos florestais (fora das UCs) de tamanho mínimo para garantir práticas de manejo florestal sustentável para a produção de madeira.

Vale ressaltar que a pequena parcela de formação florestal que ainda resta no noroeste da região do Pindaré se deve à efetivação da Reserva Florestal do Gurupi (nível federal), criada em 1988 e é a única unidade de proteção integral do Maranhão. Sua posição é estratégica no Centro de Endemismo Belém, que é a porção da floresta amazônica mais antigamente habitada e com maior densidade populacional, o que é essencial para a manutenção desse bioma (UCB, 2020).

Esta pesquisa tem limitações. Primeiro, conduzimos o experimento em apenas um estado brasileiro (Maranhão). Mais pesquisas precisam ser realizadas em outros estados para verificar a generalização de nossos resultados. Outra limitação é que usamos apenas 5 anos específicos para analisar a mudança no uso da terra. Uma análise mais refinada (ano a ano) poderia nos mostrar as nuances da dinâmica de mudança do uso da terra (Oliveira, 2023). Por fim, usamos produtos com resolução espacial de 30 m para análise de mudanças no uso do solo. Com o surgimento de novos programas de sensoriamento remoto e/ou sensores, sugerimos que novas pesquisas sejam realizadas com produtos de resolução espacial mais fina.

5.5 Caracterização do uso e cobertura da terra por meio de trabalho de campo no município de Imperatriz e adjacências

O município de Imperatriz, a segunda maior cidade do Maranhão com uma população de aproximadamente 273.110 pessoas de acordo com o último censo (IBGE, 2022), faz fronteira com o estado do Tocantins, localizado na região Norte do Brasil. Essa divisão entre os estados ocorre por meio do rio que recebe o nome deste e contribui para a delimitação geográfica (Pereira, 2022). Sua posição geográfica a coloca como parte do território maranhense inserido na Amazônia legal, uma região que pertence ao bioma Amazônico e tem sido alvo de intensa pressão de desmatamento, oferecendo habitat singular para diversas espécies endêmicas e ameaçadas (Martins; Oliveira, 2011).

Imperatriz compõe uma das cidades que fazem parte do “arco do desmatamento”, a atividade madeireira nessa região representou uma importante atividade econômica e contribuiu com o crescimento demográfico e econômico. Desde o início, a exploração madeireira para serrarias e carvoarias se deu de forma predatória e a prova disso foi a exaustão dos recursos florestais (Celentano *et al.*, 2018).

Durante a década de 1980, houve a implantação do Projeto Carajás de mineração de ferro da antiga Cia. Vale do Rio Doce (atual Vale S.A.). Muitas indústrias siderúrgicas se instalaram nas proximidades da EFC, que liga a mina em Parauapebas/PA ao Porto do Itaqui em São Luís/MA (Celentano *et al.*, 2018), requerendo assim uma alta demanda de recursos florestais existentes na região.

Para compreender melhor essa dinâmica, foi realizada uma atividade de campo no município de Imperatriz e nas adjacências das cidades de São Francisco do Brejão, Cidelândia e do povoado Coquelândia, nos dias 14 a 19 de novembro de 2022. Foram percorridos alguns pontos catalogados durante o mapeamento dos padrões de uso e cobertura da terra. O ponto 1 selecionado, onde a equipe se direcionou, estava localizado entre as coordenadas geográficas 5°31'51.64"S, 47°29'34.22"O no município de Imperatriz.

Este ponto se trata de uma estrutura de ferro em que funciona o restaurante Perfil Flutuante, localizado sobre as águas do Rio Tocantins, é uma área de lazer e funcionamento de bens e serviços, em que, como se pode verificar na Figura 31, possui uma boa estrutura física para a população. Segundo as análises adquiridas nas imagens de uso e cobertura, a região é totalmente formada pela classe de Infraestrutura Urbana (24), ou seja, o dado levantado pelo MAPBIOMAS para o ano de 2020 é verídico e atual.

Figura 31 – Restaurante Flutuante



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Ainda na zona urbana de Imperatriz, o segundo ponto está localizado no Bairro Três Poderes, nas coordenadas 5°31'02.28"S, 47°28'34.17"O, uma região conhecida por ser de classe média-alta na cidade. Esse bairro apresenta grandes edifícios residenciais e áreas de lazer bem estruturadas, o que cria um contraste em relação a outras áreas da cidade, como mostra a figura 32. Este ponto apresentou conformidade com os dados do Mapbiomas, que apontava que se tratava de uma área urbanizada.

Figura 32 - Bairro Três Poderes



Fonte: Elaboração Própria (2023).

Durante o percurso foram escolhidos alguns pontos aleatórios que não estavam no planejado para verificação, mas que se tornaram bastante úteis para a pesquisa. Um deles estava localizado nas coordenadas 5°31'54:48"S, 47°29'04.78"O e se trata do Calçadão de Imperatriz (figura 33), um importante centro comercial da região que está em conformidade com os dados do Mapbiomas, classificado como uma área urbanizada.

Figura 33 – Calçadão de Imperatriz



Fonte: Elaboração Própria (2023).

O ponto 4 está localizado no povoado de Coquelândia, a cerca de 66 km de Imperatriz. Durante o trajeto, foi possível observar que a região é marcada por áreas de produção agropecuária, fazendas e áreas de silvicultura. Nesse contexto, destaca-se a Casa Familiar Rural (CFR), um programa que oferece cursos de forma integrada ao Ensino Médio, ou Ensino Médio com qualificação, sob a responsabilidade da prefeitura do município. As aulas são ministradas em tempo integral, em três séries anuais e em regime de internato. Além disso, para os cursos Técnicos, há uma carga horária de Estágio Profissional Supervisionado, conforme previsto na Matriz Curricular (Casa familiar rural, 2022).

A CFR possibilita aos jovens do campo o conhecimento teórico e prático, para que tenham condições de trabalhar em sua propriedade rural e, assim, permanecerem no campo (Casa familiar rural, 2022). As informações de uso e cobertura da terra presentes no Mapbiomas classificaram esta área como pastagem, mas a visita a campo mostrou que se trata de uma área mais próxima à classe Formação Campestre, como mostra a Figura 34.

Figura 34 - Casa Familiar Rural - CFR



Fonte: Elaboração Própria (2023).

O ponto 5 se encontra nas coordenadas 5°25'00.20"S, 47°33'53.10"O, na qual se encontra a empresa Suzano S.A - Unidade Imperatriz (figura 35). Os dados do Mapbiomas inferem que se trata de uma área urbanizada e está de acordo com a realidade, pois o campo mostrou que existem infraestruturas urbanas que caracterizam essa área de acordo com a classe

O processo de implantação desta unidade ocorreu em 2009 e foi inaugurada em 20 de março de 2014 (Oliveira, 2019). Sua capacidade de produção é equivalente a 1,65 milhão de toneladas de celulose por ano e 60 mil toneladas de papéis sanitários. A empresa trouxe a promessa de desenvolver a região, e, de acordo com a Planin (2022), a empresa já contribuiu com um aumento de 71% no PIB per capita da cidade, além de promover o aumento nas exportações no município. Isso fez com que Imperatriz ocupasse atualmente a 59ª posição entre os municípios que mais exportam no país.

Em contrapartida a esses dados econômicos, no ano de 2016, o Ministério Público Federal no Maranhão (MPF/MA) determinou a suspensão de novos desmatamentos pela Suzano Papel e Celulose S.A., em razão de impactos ambientais provocados pelo cultivo de eucalipto na região do Baixo Parnaíba, no Maranhão (Imirante, 2016).

Determinando assim que a empresa Suzano interrompa o processo de desmatamento do cerrado maranhense e de implantação de novas florestas de eucalipto,

com ressalva à manutenção dos plantios já existentes. Além disso, será aplicada uma multa diária no valor de R\$ 50 mil em caso de descumprimento da decisão (Imirante, 2016).

Figura 35 – Suzano S.A - Unidade Imperatriz



Fonte: Elaboração Própria (2023).

O ponto 6 representa a Fazenda MONALISA no município de São Francisco do Brejão, nas coordenadas 5°12'45.39"S, 47°23'44.44"O (Figura 36). De acordo com as informações coletadas pelo Mapbiomas, esta área representa o uso e cobertura da classe pastagem e está de acordo com a realidade apresentada em campo.

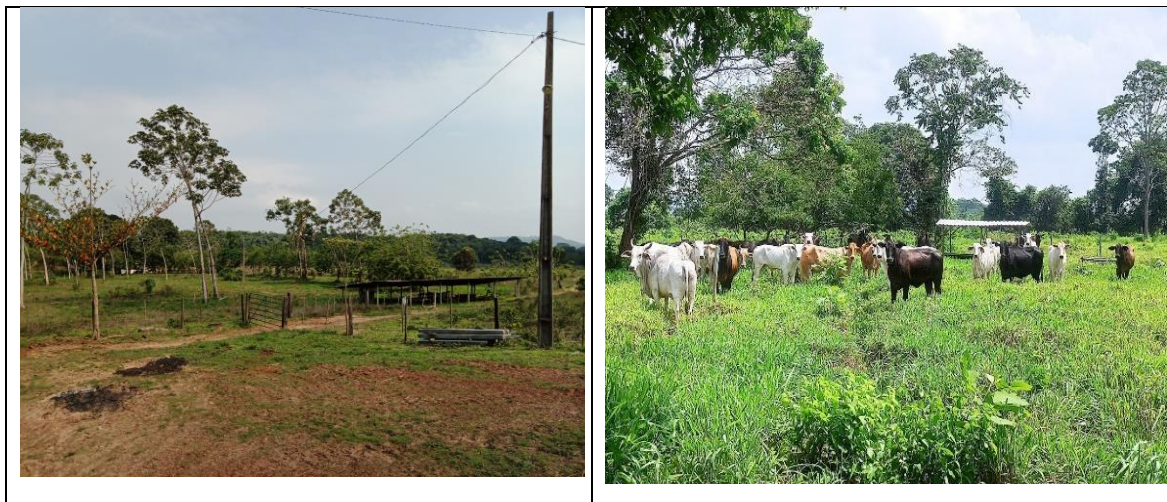
A Fazenda Monalisa é uma notável referência mundial, reconhecida pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). Situada no município de São Francisco do Brejão, a cerca de 40 km de Imperatriz - MA, essa propriedade ocupa uma área de 900 hectares, onde se encontram os biomas do Cerrado e Floresta Amazônica. Sob a administração do empresário Mauroni Cangussu, a fazenda adota um sistema inovador de criação de gado conhecido como silvipastoril, abrigando mais de mil cabeças de gado (AGED, 2022).

Por meio desse sistema, a Fazenda Monalisa busca promover a sustentabilidade e a conservação ambiental, aproveitando os benefícios proporcionados pela presença de árvores nas pastagens. A sombra fornecida pelas árvores ajuda a reduzir o estresse térmico do gado, enquanto a vegetação arbórea contribui para a melhoria da qualidade do solo e a conservação dos recursos hídricos. Além disso, o sistema silvipastoril promove a

diversificação da paisagem e a preservação da biodiversidade, permitindo a coexistência de atividades agropecuárias e a proteção do meio ambiente.

No entanto, é importante ressaltar que a tentativa de retratar a Fazenda Monalisa como uma propriedade sustentável é questionável, pois é evidente que, nos demais hectares da área, prevalece um sistema de monocultura de eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*). Essa predominância de monocultura representa uma contradição em relação à abordagem sustentável promovida nas instalações principais da fazenda. A expansão do cultivo de eucalipto em larga escala pode ter consequências negativas para a biodiversidade local, a qualidade do solo e a disponibilidade de recursos hídricos.

Figura 36 – Fazenda Monalisa.



Fonte: Reprodução da pesquisa (2022).

A convite do empresário Mauroni Cangussu, fomos convidados a conhecer sua outra propriedade, que está localizada nas coordenadas 5°12'18.14"S, 47°23'31.55"O, próxima à Fazenda Monalisa e é dedicada exclusivamente à plantação de Eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill*) para empresas que atuam na região (Figura 37). Esse fato contradiz o desenvolvimento sustentável promovido pelo empresário Mauroni Cangussu em sua fazenda, uma vez que a produção de extensas áreas de eucalipto resulta no desmatamento de grandes hectares de vegetação nativa do bioma amazônico e cerrado.

As informações retiradas do Mapbiomas apresentam uma confusão na classificação de uso e cobertura desta área uma vez que as plantações de Eucalipto são confundidas com a classe Formação Florestal, este erro está atribuído a generalização dos dados.

Figura 37 – Plantações de Eucalipto.



Fonte: Reprodução da pesquisa (2022).

O ponto 8 está localizado nas coordenadas 5°32'34.55"S, 47°28'05.46"O e trata-se da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMMARH). Na ocasião, conversamos com a secretária de meio ambiente, Rosa Arruda Coelho, que discutiu acerca de alguns projetos do órgão, como a criação do Plano Básico Ambiental (PBA) do aterro sanitário municipal de Imperatriz. A área da secretaria foi caracterizada pelo Mapbiomas como área urbanizada e está de acordo com a realidade, como mostra a figura 42.

Os pontos 9 e 10 se referem, respectivamente, à Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Imperatriz (ASCAMARI) (Figura 38) e à Feira Livre de Imperatriz (Figura 39). Ambos representam a área urbanizada de Imperatriz, assim como os dados de uso e cobertura da terra disponíveis no Mapbiomas (Coleção 7).

Figura 38 – Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Imperatriz – ASCAMARI



Fonte: Reprodução da pesquisa (2022).

Figura 39 – Feira Livre de Imperatriz



Fonte: Reprodução da pesquisa (2022).

Por fim, o último ponto trata-se da Fazenda Mata Verde (figura 40), que se encontra no município de Cidelândia, nas coordenadas 5°13'51.89"S, 47°47'44.76"O.

Trata-se de uma fazenda que possui uma extensa área de pastagem, informação que está de acordo com os dados de uso e cobertura verificados no trabalho de gabinete.

Figura 40 - Fazenda Mata Verde



Fonte: Reprodução da pesquisa (2022).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a pesquisa, foi constatado que, ao longo das últimas décadas, os diversos tipos de uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense têm resultado em diversos conflitos de uso na região. Através das informações espaciais de uso e cobertura da terra disponíveis no MapBiomas (Coleção 7) durante os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020 foi possível indicar que a principal dinâmica de uso e cobertura da terra na região se trata da mudança da classe Formação Florestal para a Pastagem.

Ambos têm perspectivas distintas, uma vez que a Formação Florestal se trata da cobertura vegetal nativa da região e vem apresentando declínio durante os anos estudados, possuindo sua pior porcentagem em 2015, ano em que pela primeira vez se tornou inferior à Pastagem. Em contrapartida, a classe Pastagem tem apresentado crescimento em todos os anos estudados, exceto no ano de 2020, quando apresentou um declínio de 2%.

Essa dicotomia de usos evidencia o desmatamento na região, visto que a criação de pastagens é uma das principais causas da degradação ambiental na Amazônia maranhense. Essa atividade é realizada principalmente para a expansão da fronteira agrícola e para a criação de gado, que é uma das principais atividades econômicas da região.

Como forma de compreender esses conflitos de uso e cobertura da terra, é necessário analisar os principais amparos legais que tratam sobre as áreas de proteção ambiental e a destinação de uso da terra vigentes na Amazônia maranhense. Os resultados obtidos ao longo deste estudo revelaram que o processo de ocupação da Amazônia maranhense influenciou diretamente nos usos atuais da região. A exemplo desta problemática, é possível destacar a Lei Sarney de Terras nº 2.979, de 17 de junho de 1969, que é considerada uma das leis mais importantes no que tange o desenvolvimento da região.

Uma vez que a expansão econômica na região se deu através da atividade agrícola e a exploração de recursos naturais, os quais impulsionaram no aumento da demanda por produtos do capital. Isso, por sua vez, tem gerado pressões de uso sobre as áreas protegidas, terras indígenas, comunidades quilombolas, resultando assim em conflitos entre preservação ambiental e desenvolvimento socioeconômico.

Além disso, a análise dos instrumentos legais de proteção ambiental revelou que, embora existam leis e normas que visem conservar a biodiversidade e os recursos naturais na Amazônia maranhense, a efetividade dessas medidas muitas vezes é desafiada pela

falta de fiscalização adequada, ausência de planejamento integrado e conflitos de interesses entre diferentes setores.

Assim, estudos que visem tratar acerca da eficácia das Unidades de Conservação na Amazônia maranhense são essenciais para compreender o impacto dessas áreas protegidas na preservação do ambiente e da biodiversidade regional. Exemplo disso é o estudo de caso acerca das regiões de planejamento do Baixo Munim e do Pindaré, duas áreas contidas na Amazônia maranhense que apresentam graus de proteção distintos.

Os resultados mostraram que, enquanto a região do Baixo Munim não apresentou grandes variações percentuais nas classes de uso da terra ao longo dos anos, graças ao seu grau de proteção elevado (91,3%), a região de Pindaré, que possui um grau baixo de proteção, apresentou diminuição da formação florestal devido ao aumento de pastagens. Essa área é apenas um reflexo do que o bioma Amazônia vem se transformando nas últimas décadas. Esses resultados acerca do uso e cobertura da terra na Amazônia maranhense corroboram com estudos anteriores e fornecem novas perspectivas sobre os futuros cenários da região.

É importante ressaltar que, embora este trabalho tenha obtido resultados positivos, este estudo também apresenta algumas limitações, como a escala temporal que abrange apenas 8 anos específicos para analisar a mudança no uso da terra. Além disso, é importante destacar o grau de generalização que a plataforma Mapbiomas apresenta, o que dificulta a precisão de análises específicas da região, assim como a lacuna de trabalhos de campo que possibilitaria conhecer a diversidade amazônica do Maranhão.

REFERÊNCIAS

AGED - Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão. **Equipe técnica da aged conhece o projeto de reconversão pecuária em são francisco do brejão**, 2022. Disponível em: <<https://aged.ma.gov.br/noticias/equipe-tecnica-da-aged-conhece-o-projeto-de-reconversao-pecuaria-em-sao-francisco-do-brejao>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

ALMEIDA, Desni Lopes. **AMAZÔNIA MARANHENSE: campo de conflitos e interesses**. Revista de políticas Públicas, p. 261-266, 2016.

ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. **Territórios e territorialidades específicas na Amazônia: entre a " proteção " e o " protecionismo "**. Caderno CRH, v. 25, p. 63-72, 2012.

Amaral, Daniel Furlan *et al.* **Expansion of soybean farming into deforested areas in the amazon biome: The role and impact of the soy moratorium.** Sustainability Science. 2021, 16, 1295–1312.

ANDRADE, Manuel Correia. América Latina: Presente, passado e futuro. **Terra Livre**, n. 10, 1992.

Aragão, L.E.O.C. *et al.* **21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions.** Nature communications. v. 9, p. 536, 2018.

AREA, Leão Pereira, E.J. *et al.* **Brazilian policy and agribusiness damage the Amazon rainforest.** Land Use Policy , v.92, p. 104491, 2020.

ARIAS, Mauricio E. *et al.* **Impacts of climate change and deforestation on hydropower planning in the Brazilian Amazon.** Nature Sustainability, v. 3, p. 430–436, 2020.

ARRUDA, Rinaldo SV. **Fronteiras e identidades: os povos indígenas na tríplice fronteira Brasil-Bolívia-Peru.** Projeto História: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História, v. 39, 2009.

ARTAXO, Paulo *et al.* **Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica.** Ciência e Cultura, v. 66, p. 41–46, 2014.

ASSIS, Pâmela Camila; FARIA, Karla Maria Silva de; BAYER, Maximiliano. **Conservation Units and their effectiveness in protecting water resources in the Araguaia River Drainage Basin.** Sociedade & Natureza, v. 34, p. e60335, 2022.

BARAL, Sushish; ARYAL, Jagannath. **Remote Sensing Image Classification Using Transfer Learning Based Convolutional Neural Networks: An Experimental Overview.** 2023.

BECKER, Bertha K.; MIRANDA, Mariana; MACHADO, Lia Osório. **Fronteira amazônica: questões sobre a gestão do território.** Editora UnB, 1990.

BERNARDI, Bruno Boti; RORIZ, João. **Mantendo o céu no lugar: o caso Yanomami e as denúncias contra a ditadura militar brasileira na Comissão Interamericana de Direitos Humanos.** Revista Brasileira de Ciência Política, p. 1-35, 2023.

BHATTA, Basudeb. **Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data.** Springer Science & Business Media, 2010.

BRAGA, Pedro Ivo Soares *et al.* **Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica.** SUPL . ACTA AMAZÔNICA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM, v. 9, n. 4, p. 53-80, 1979.

CABRAL, Ana IR *et al.* **Deforestation pattern dynamics in protected areas of the Brazilian Legal Amazon using remote sensing data.** Applied Geography, v. 100, p. 101–115, 2018.

CABRAL, Maria do Socorro Coelho. **Caminhos do Gado**. Governo do Estado do Maranhão, Secretaria de Estado da Cultura, Departamento de Assuntos Culturais. São Luís, 1992.

CABRAL, Maria do Socorro Coelho. **Caminhos do Gado**. São Luís: Siogi, 1992.

CADERNO Nova Cartografia. **Devastação e lutas sociais na Amazônia maranhense**. – N. 4 (jul. 2014) – Manaus: UEA Edições, 2014.

CANTO, Otávio do. **Mineração na Amazônia: assimetria, território e conflito socioambiental**. Belém: Editora UFPA, 2016.

CASA Familiar Rural. **Gestão Escolar**, 2022. Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=186>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CASTANHEIRA, Luiz Artur. **Estudo das mudanças de uso e cobertura da terra no parque nacional da serra do cipó e entorno no período de 1989 a 1999**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, p. 147, 2010.

CASTRO, Luís Felipe Perdigão de. **Terra e colonialismo: Marcos de apropriação privada de terras no Brasil e na Colômbia**. Revista Brasileira de Sociologia do Direito, v. 8, n. 1, p. 75-122, 2021.

CATUNDA, P. H. A. (Org.); DIAS, L. J. (Org.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão ZEE: etapa Bioma Amazônico**. 1. ed. São Luís: IMESC, v. 1, p. 493, 2019.

CAVALLARI, Ricardo Luis; TAMAE, Rodrigo Yoshio; ROSA, Adriano Justino. **A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, v. 6, n. 11, p. 1-5, 2007.

CELENTANO Danielle, *et al.* **Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" - A região mais ameaçada da Amazônia**. Estudos Avançados, v. 32, p. 315–39, 2018.

CLIMATE POLICY INITIATIVE. **A economia da pecuária na Amazônia: grilagem ou expansão da fronteira agropecuária?** [S.l.], [2021]. Disponível em: <<https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/a-economia-da-pecuaria-na-amazonia-grilagem-ou-expansao-da-fronteira-agropecuaria/#N1>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

COE, Michael T.; Costa, Marcos H.; Soares-Filho, Britaldo.S. **The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River–Land surface processes and atmospheric feedbacks**. Journal of hydrology , v. 369, p. 165–174, 2019.

- COELHO-JUNIOR, Marcondes G. et al. **Unmasking the impunity of illegal deforestation in the Brazilian Amazon: A call for enforcement and accountability.** Environmental Research Letters, v. 17, n. 4, p. 041001, 2022.
- COHEN, Warren B.; GOWARD, Samuel N. **Landsat's role in ecological applications of remote sensing.** Bioscience, v. 54, n. 6, p. 535-545, 2004.
- CÔRTEZ, Julia Corrêa; D'ANTONA, Álvaro de Oliveira. **Dinâmicas no uso e cobertura da terra: perspectivas e desafios da Demografia.** Revista Brasileira de Estudos de População, v. 31, p. 191-210, 2014.
- COSTA, Jorge Alberto Lopes. **Avaliação de dados de radar do sensor SAR-R99B no mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Central, município de Manaus, AM.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.
- COSTA, Karina Suzana Pinheiro *et al.* **Estudo da potencialidade hídrica da Amazônia maranhense através do comportamento de vazões.** In: AMAZÔNIA Maranhense: diversidade e conservação. Belém - PARÁ: [s. n.], p. 72-90, 2011.
- CRESPO-LOPEZ, Maria Elena, *et al.* **Mercury: What can we learn from the Amazon?.** Environment international, v.146, p. 106223, 2011.
- CSR - Centro de Sensoriamento Remoto. **Dinamica EGO: About Dinamica EGO.** Disponível em: <<https://csr.ufmg.br/dinamica/about-dinamica-ego/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- CHEN, Bin; XU, Bing; GONG, Peng. **Mapping essential urban land use categories (EULUC) using geospatial big data: Progress, challenges, and opportunities.** Big Earth Data, v. 5, n. 3, p. 410-441, 2021.
- DAVIDSON, Eric A. *et al.* **The Amazon basin in transition.** Nature, v. 481, n. 7381, p.321–328, 2012.
- DEFRIES, R. and Townshend, J. (1994) **NDVI-Derived Land Cover Classification at Global Scale.** International Journal of Remote Sensing, v.15, p. 3567-3586, 1994.
- DEFRIES, Ruth S.; FOLEY, Jonathan A.; ASNER, Gregory P. **Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function.** Frontiers in Ecology and the Environment, v. 8, n. 5, p. 249-257, 2004.
- DEFRIES, Ruth S. *et al.* **Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 99, v.22, p. 14256-14261, 2002.
- Dias, Lidiane Tomaz. **Modelagem Dinâmica Espacial do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá – DF: 1998–2020.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, p. 144, 2011.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec, 2008.

DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana. **Populações tradicionais em unidades de conservação: o mito moderno da natureza intocada**. 1993.

DOS REIS, Mateus et al. **Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics**. Journal of Environmental Management, v. 288, p. 112310, 2021.

DOS SANTOS, Alex Mota *et al.* **Deforestation drivers in the Brazilian Amazon: Assessing new spatial predictors**. J. Environmental Management, v. 294, p.113020, 2021.

DOS REIS, Mateus et al. **Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics**. Journal of Environmental Management, v. 288, p. 112310, 2021.

ELLIS, Erle. C.; RAMANKUTTY, Navin. **Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world**. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 6, n. 8, p. 439-447, 2008.

EMBRAPA. **Proteção e uso sustentável de paisagens dos biomas brasileiros**, 2009. Disponível em: <
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127755/1/Protecao-e-uso-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 15 de jun. de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016 (Série Documentos).

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. **What are the trends in land use and their effects on human health and the environment?**. 2022. Disponível em:
<https://www.epa.gov/report-environment/land-use#:~:text=%E2%80%9CLand%20use%E2%80%9D%20is%20the%20term,frequently%20represent%20very%20different%20uses>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

FEARNSIDE, Philip M. **Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle**. Acta Amazonica, v. 47, n.2 , p. 101-108, 2017.

FEARNSIDE, Philip M. **Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences**. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FEARNSIDE, Philip M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências**. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FEARNSIDE, Philip M. **Deforestation in Amazonia: dynamics, impacts and control**. Acta Amazonica, v. 36, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, Philip M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências.** Destruição e Conservação da Floresta Amazônica, v. 1, p. 7-19, 2005.

FENG, Q.; LIU, J.; GONG, J. **UAV Remote Sensing for Urban Vegetation Mapping Using Random Forest and Texture Analysis.** Remote Sensing, v. 7, p. 1074-1094, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs70101074>. Acesso em: 17 fev. 2024.

FERRANTE, Lucas; FEARNside, Philip Martin. **The Amazon's road to deforestation.** Science, v. 369, n. 6504, p. 634-634, 2020.

FERREIRA, A. C. S. et al. **Avaliação ambiental estratégica como instrumento de planejamento do desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 10, n. 2, p. 148-164, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rgas/article/view/44306>. Acesso em: 08 jun. 2022.

FERREIRA, Antonio J de A. **A estrutura espacial urbana maranhense.** São Luís, cap 2, 2002.

FERREIRA, Joice *et al.* **Brazil's environmental leadership at risk.** Science, v. 346, n. 6210, p. 706-707, 2014.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto.** Oficina de Textos, 2007.

FERREIRA, A. J. A. Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense. Tese DG/FFLCH/USP, 2008.

FORESTS AND FINANCE. **The impact of mining on the Brazilian Amazon.** Disponível em: <https://forestsandfinance.org/pt/mining-pt/the-impact-of-mining-on-the-brazilian-amazon/>. Acesso em: 05 jun. 2022.

FORZZA, Rafaela Campostrini et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil-Vol. 2.** JBRJ, 2010.

FREIRIA, Rafael Costa. **Aspectos históricos da legislação ambiental no Brasil: da ocupação e exploração territorial ao desafio da sustentabilidade.** História e Cultura, v. 4, n. 3, p. 156-179, 2015.

Freitas, R. M., & Rudorff, B. F. T. **Análise do uso e cobertura da terra na Amazônia brasileira utilizando imagens Landsat e índices de vegetação.** Revista Brasileira de Cartografia, v. 71, n.3, p.562-576, 2019.

FILHO, Francisco Lages et al. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Icatu Teresina,** 2011.

FOLHARINI, Saulo de Oliveira; MELO, Silas Nogueira de; CAMERON, Stephen R. **Effect of protected areas on forest crimes in Brazil.** Journal of Environmental Planning and Management, v. 65, n. 2, p. 272-287, 2022.

GARNETT, Stephen T. *et al.* **A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation.** Nature Sustainability, v. 1, n. 7, p. 369-374, 2018.

GEIST, Helmut J.; LAMBIN, Eric F. **Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation:** Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. BioScience, v. 52, n. 2, p. 143-150, 2002.

GOLLNOW, Florian et al. **Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil.** Land use policy, v. 78, p. 377-385, 2018.

GOMES, Vitor HF et al. **Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change.** Nature Climate Change, v. 9, n. 7, p. 547-553, 2019.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Eds.). **Geomorfologia:** uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 4a Ed., p. 93-148, 1994.

HECK, Egon; LOEBENS, Francisco; CARVALHO, Priscila D. **Amazônia indígena:** conquistas e desafios. Estudos avançados, v. 19, p. 237-255, 2005.

HOUGHTON, R. A. et al. **Changes in the Land:** Global Forest Resources Assessment 2000. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro,** 2013, Ed 3. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 08. mar. 2023.

IBGE. **Imperatriz.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/imperatriz> >. Acesso em: 19 jan. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em:<<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 28.jan. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra.** 3ª edição. Rio de Janeiro. (2013).

IMAZON. **Amazônia perdeu quase 3 mil campos de futebol por dia de floresta em 2022, maior desmatamento em 15 anos.** Nota de imprensa, Belém, 18 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/amazonia-perdeu-quase-3-mil-campos-de-futebol-por-dia-de-floresta-em-2022-maior-desmatamento-em-15-anos/>. Acesso em: 04 jun. 2023.

IMAZON. **Pecuária na Amazônia:** tendências e implicações para a conservação ambiental. Base de dados obtida na sede do Basa, em Belém, 25 de novembro de 2015.

Disponível em: <https://imazon.org.br/pecuaria-na-amazonia-tendencias-e-implicacoes-para-a-conservacao-ambiental/>. Acesso em: 08 jun. 2022.

IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Evolução Política-Administrativa do Estado do Maranhão**, 2010. Disponível em: https://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/Evolucao_Politica_201012142.pdf. Acesso em: 08 jun. 2022.

IMIRANTE. **Empresa Suzano é proibida de desmatar cerrado maranhense**, 2016. Disponível em: < <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2016/10/26/empresa-suzano-e-proibida-de-desmatar-cerrado-maranhense>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Amazônia Legal**, 2021. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15819-amazonia-legal.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 15 de jun. de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do brasil: 2016 – 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2014–2016**. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Pastagem ocupa 75% da área desmatada em terras públicas na Amazônia**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://ipam.org.br/pastagem-ocupa-75-da-area-desmatada-em-terras-publicas-na-amazonia/>. Acesso em: 04 jun. 2022.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. **Unidades de Conservação na Amazônia Legal: avanços e desafios**. Belém: Imazon, 2016. 91 p. Disponível em: https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/livros/ares_protegidas_na_amazonia/4-unidades-de-conservaassapso-na-amazania-legal.pdf. Acesso em: 08 jun. 2023.

JENSEN, John R. **Remote sensing of the environment: An earth resource perspective 2/e**. Pearson Education India, 2009.

DE JESUS, Silvia Cristina; CATOJO, Adriana Maria Zalla. **Deforestation in Conservation Units of the Brazilian Amazon: the case of the Terra do Meio Mosaic**. *Ciência e Natura*, v. 42, p. e42-e42, 2020.

JUNIOR, Celso HL Silva *et al.* **Amazon forest on the edge of collapse in the Maranhão State, Brazil**. *Land Use Policy*, v. 97, p. 104806, 2020.

KEFLER, K. **O que é Lei de Uso e Zoneamento da Terra?**, 2020. Disponível em: <https://klefer1.jusbrasil.com.br/artigos/781557248/o-que-e-lei-de-uso-e-zoneamento-da-terra>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

KOHLHEPP, Gerd. **Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira**. Estudos avançados, v. 16, p. 37-61, 2002.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes, 1928.

LAMBIN, Eric. *et al.* **The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths**. **Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions**, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LAMBIN, Eric F.; MEYFROIDT, Patrick. **Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 9, p. 3465-3472, 2011.

LAMBIN, Eric F.; GEIST, Helmut J.; LEPELERS, Erika. **Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions**. *Annual review of environment and resources*, v. 26, n. 1, p. 129-241, 2003.

LAURANCE, William F.; SAYER, Jeffrey; CASSMAN, Kenneth G. **Agricultural expansion and its impacts on tropical nature**. *Trends in ecology & evolution*, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2014.

LEANDRO, Diuliana. **Geotecnologias aplicadas às ciências ambientais**: volume 1. 2021.

LIMA FILHO, Luis Francisco; BRAGANÇA, Arthur; ASSUNÇÃO, Juliano. **A economia da pecuária na Amazônia: grilagem ou expansão da fronteira agropecuária**. **Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative**, 2021.

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito. **Hidrologia de matas ciliares**. **Matas ciliares: conservação e recuperação**, 2000.

LIU, Jia et al. **A deep convolutional coupling network for change detection based on heterogeneous optical and radar images**. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, v. 29, n. 3, p. 545-559, 2016.

LORENZ, C.; de Oliveira Lage, M.; Chiaravalloti-Neto, F. **Deforestation hotspots, climate crisis, and the perfect scenario for the next epidemic: The Amazon time bomb**. *Sci. Total. Environ.* 2021, 783, 147090.

LUISETTO, M. *et al.* **Deforestation, air pollution and Brazilian COVID-19 variant**. *J. Clin. Immunol. Microbiol.*, v. 2, p. 1-19, 2021.

MA, Lei et al. **Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review**. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, v. 152, p. 166-177, 2019.

MAEDA, Eduardo Eiji *et al.* **Large-scale commodity agriculture exacerbates the climatic impacts of Amazonian deforestation**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 118, n. 7, p. e2023787118, 2021.

MAO, W. et al. **Comparison of Machine-Learning Methods for Urban Land-Use Mapping in Hangzhou City, China**. Remote Sensing, v. 12, p. 2817, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12172817>. Acesso em: 17 fev. 2024.

MAPBIOMAS. **Análise de Acurácia**. 2019. Disponível em: <https://mapbiomas.org/analise-de-acuracia>. Acesso em 02 de dez. de 2022.

MAPBIOMAS. **Em 37 anos, Amazônia perdeu 12% de florestas**. MapBiomas, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://mapbiomas.org/em-37-anos-amazonia-perdeu-12-de-florestas#:~:text=Em%202021%2C%20a%20atividade%20respondeu,urbana%20nos%20%C3%BAltimos%2037%20anos..> Acesso em: 04 jun. 2022.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão: Relatório Síntese/– São Luís: SEMA, 2020.286 p.: il.**

MARGULIS, S. (2003). **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira (1ª ed.)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Série Meio Ambiente, v.69, p.100, 2003. ISBN: 85-88192-10-1.

MARLIER, M. E.; BONILLA, E. X.; MICKLEY, L. J. **How do Brazilian fires affect air pollution and public health?**. Geohealth, v. 4, n. 12, p. e2020GH000331, 2020.

MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno.; CONTINI, Elisio.; NAVARRO, Zander. **Caracterização da Amazônia Legal e macrotendências do ambiente externo**. 1.ed. Embrapa Estudos e Capacitação Documentos (INFOTECA-E), 2011.

MARTINS, Marlúcia Bonifácio; DE OLIVEIRA, Tadeu Gomes (Ed.). **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

MEDEIRO, F. S. L. **Classificação do uso e cobertura das terras e quantificação dos padrões espaciais de áreas de Caatinga em séries temporais**, 2018. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/ppgm.uefs.br/Texto_defesa_Fabiane.pdf. Acesso em 25 de Dez. 2022.

MEDINA, Gabriel; GUIMARÃES RIBEIRO, Gessyane; MADUREIRA BRASIL, Edward. **Participação do capital brasileiro na cadeia produtiva da soja: lições para o futuro do Agronegócio Nacional**. Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian Review of Economics and Agribusiness, v. 13, n. 822-2016-54285, 2015.

MILIEN, Edelin Jean *et al.* **Roads, deforestation and the mitigating effect of the Chico Mendes extractive reserve in the southwestern Amazon**. Trees, Forests and People, v. 3, p. 100056, 2021.

MIRANDA, R. D. S. **Ecologia política da soja e processos de territorialização no sul do Maranhão**. 2011.

MORAES. Antônio Carlos Roberto de. **Geografia Pequena História Crítica**. 17ª ed. São Paulo: Hucitec. 1999.

MORET, A. de S.; NOGUEIRA, M. J. **Impactos dos projetos de infraestrutura na Amazônia brasileira: um território em transformação.** Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais, Goiás, v. 9, n. 2, p. 18-41, 2020. Número Especial - A fronteira brasileira no século XXI: configurações sócio-territoriais da Amazônia e do Cerrado. ISSN 2238-3565.

MURAD, Cesar Augusto; PEARSE, Jilian. **Landsat study of deforestation in the Amazon region of Colombia: Departments of Caquetá and Putumayo.** Remote Sensing Applications: Society and Environment, v.11, p. 161–17, 2018.

AMARAL NETO, Roberval. **LEI SARNEY DE TERRAS: conflitos fundiários e resistência camponesa no oeste maranhense nas décadas de 1970 e 1980.** 30º Simpósio Nacional de História, 2019.

NEPSTAD, Daniel. *et al.* **Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands.** Conservation Biology, v. 20, n. 1, p. 65-73, 2006.

NEPSTAD, Daniel *et al.* **The effects of policy and market incentives on the rate of Amazonian deforestation.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 106, n.49, p. 16333-16338, 2009.

NEPSTAD, Daniel *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, Kedson Alessandri Lobo *et al.* **A pecuária na Amazônia: a busca por um modelo sustentável.** 2014.

DAS NEVES, Patricia Bittencourt Tavares *et al.* **Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network.** Land Use Policy, v. 108, p. 105510, 2021.

NICOLAU, Andrea Puzzi *et al.* **Assessing SAR C-band data to effectively distinguish modified land uses in a heavily disturbed Amazon forest.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 94, p. 102214, 2021.

NOGUEIRA, Euler Melo *et al.* **Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia.** Regional Environmental Change, v. 18, p. 261-270, 2018.

O'BRIEN, R., & Kinnaird, M. **Causality in remote sensing. Progress in Physical Geography,** v. 32, n. 2, p. 121-136, 2008.

DE OLIVEIRA FOLHARINI, Saulo *et al.* **Land use and green crime: Assessing the edge effect.** Land Use Policy, v. 129, p. 106636, 2023.

FILHO, Helvécio de Oliveira *et al.* **Dynamics of Fire Foci in the Amazon Rainforest and Their Consequences on Environmental Degradation.** Sustainability, v. 14, n. 15, p. 9419, 2022.

DE OLIVEIRA, Gabriel *et al.* **Rapid recent deforestation incursion in a vulnerable indigenous land in the Brazilian Amazon and fire-driven emissions of fine particulate aerosol pollutants.** *Forests*, v. 11, n. 8, p. 829, 2020.

OLIVEIRA, Tony Sousa De. **Produção do espaço urbano: a Cidade de Imperatriz após implantação da Fábrica Da Suzano Papel e Celulose.** 2019.

PACK, Shalynn M. *et al.* **Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in the Amazon.** *Biological Conservation*, v. 197, p. 32-39, 2016.

PAIVA, Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro *et al.* **Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity.** *Biodiversity and Conservation*, v. 29, p. 19-38, 2020.

PEREIRA, Ana Paula Pinto. **Lutas por espaço e legitimidade na cidade: A inserção dos motoristas de aplicativos no ofício de transportar pessoas na cidade de Imperatriz/MA.** 2022. 187 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2022.

PESQUISA PORTAL AMAZÔNIA: **População amazônica chega a 29,6 milhões de pessoas em 2021.** Publicado em: 27 de agosto de 2021. Disponível em: <https://portalamazonia.com/noticias/populacao-amazonida-chega-a-29-6-milhoes-de-pessoas-em-2021>. Acesso em: 15 de jun. de 2022.

PHIRI, D. *et al.* **Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review.** *Remote Sensing*, v. 12, p. 2291, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12142291>. Acesso em: 17 fev. 2024.

PLANIN. **No Dia da Indústria, saiba mais sobre a Unidade Imperatriz da Suzano,** 2022. Disponível em: < <https://planin.com/no-dia-da-industria-saiba-mais-sobre-unidade-imperatriz-da-suzano/>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

QURESHI, Sania; YUSUF, Abdullahi. **Mathematical modeling for the impacts of deforestation on wildlife species using Caputo differential operator.** *Chaos, Solitons & Fractals*, v. 126, p. 32-40, 2019.

RESCHKE AZEVEDO, Gunter; ELOI, Carlos Márcio; SILVA, Rochelle. **Caracterização climática da Amazônia maranhense.** *In: Amazônia Maranhense: diversidade e conservação.* Belém - PARÁ: [s. n.], p. 49-70, 2011.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max. Land use. **Our world in data**, 2013.

ROBERTSON, Beth; PINSTRUP-ANDERSEN, Per. **Global land acquisition: neo-colonialism or development opportunity?.** *Food security*, v. 2, p. 271-283, 2010.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2000.

RORIZ, Luiz Paulo Morais. **Aplicação de modelos ANCOVA paramétrico e não paramétrico**. 2018. 65 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Estatística)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ROSA, Roberto. **Geotecnologias na geografia aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.

RUDKE, Anderson Paulo *et al.* **Impact of mining activities on areas of environmental protection in the southwest of the Amazon: A GIS-and remote sensing-based assessment**. Journal of environmental management, v. 263, p. 110392, 2020.

RUNDE, Daniel. F.; BANDURA, Romina; MCKEOWN, Shannon. **Sustainable Infrastructure in the Amazon: Connecting Environmental Protection with Governance, Security, and Economic Development**. Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2020. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/resrep27030.8>. Acesso em: 07 jun. 2022.

DI SACCO, Alice *et al.* **Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits**. Global Change Biology, v.27,n .7, p .1328-1348, 2021.

SALAZAR, Juan Pablo Catamusay. **Determinação de cenários futuros de uso e cobertura do solo e sua influência na vulnerabilidade ambiental: o caso do Município de Formosa—Goiás**. 2015.

SANSOLO, Davis Gruber. **Conservation Unit, Road and Territory: an analysis of the relationship between BR 319 and the Igapó-Açú Sustainable Development Reserve, Amazonas, Brazil**. Sociedade & Natureza, v. 32, p. 197-210, 2022.

SANTOS, Alex Mota *et al.* **Influence of deforestation inside and outside indigenous lands in the Brazilian Amazon Biome**. Regional Environmental Change, v. 22, n. 2, p. 77, 2022.

SANTOS, Alex Mota *et al.* **Dynamics of active fire data and their relationship with fires in the areas of regularized indigenous lands in the Southern Amazon**. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v. 23, p. 100570, 2021.

SANTOS, Tiago Moreira dos. **Terras Indígenas protegem a floresta**, 2016. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/faq/tis-e-meio-ambiente#:~:text=Os%20povos%20ind%C3%ADgenas%20ajudam%20a,encontrada%20na%20Am%C3%A9rica%20do%20Sul>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

SANTOS, Tiago Moreira dos. **Terras Indígenas protegem a floresta**, 2016. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/faq/tis-e-meio-ambiente#:~:text=Os%20povos%20ind%C3%ADgenas%20ajudam%20a,encontrada%20na%20Am%C3%A9rica%20do%20Sul>. Acesso em: 20 de mar. de 2023.

SILVA, Claudia Arantes *et al.* **Fire occurrences and greenhouse gas emissions from deforestation in the Brazilian Amazon**. Remote Sensing, v. 13, n. 3, p. 376, 2021.

SILVA, Carlos FA *et al.* **Highway network and fire occurrence in Amazonian indigenous lands.** Sustainability, v. 14, n. 15, p. 9167, 2022.

DA SILVA, Carlos Fabricio Assunção *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.

SILVA, Carla Juliana Pessoa Vieira *et al.* **Land-use effects on mosquito biodiversity and potential arbovirus emergence in the Southern Amazon, Brazil.** Transboundary and Emerging Diseases, v. 69, n. 4, p. 1770-1781, 2022.

SILVA, Tatiane Regina da. **Geografia e pensamento decolonial: um diálogo necessário**, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29285/4/GeografiaPensamentoDecolonial.pdf>. Acesso em 03 de mar. de 2023.

SMBYC. **AcATaMa**: Examples. 2023. Disponível em: <https://smbyc.github.io/AcATaMa/examples/>. Acesso em: 18 jul. 2023.

SONTER, Laura J. *et al.* **Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon.** Nature communications, v. 8, n. 1, p. 1013, 2017.

SOUZA JR, Carlos *et al.* **Mapping forest degradation in the Eastern Amazon from SPOT 4 through spectral mixture models.** Remote sensing of environment, v. 87, n. 4, p. 494-506, 2003.

SOUZA JR, Carlos M. *et al.* **Long-term annual surface water change in the Brazilian Amazon Biome: potential links with deforestation, infrastructure development and climate change.** Water, v. 11, n. 3, p. 566, 2019.

SOUZA JR, Carlos 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, p. 2735, 2020.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise**, São José dos Campos, 5(6):36-44, 2003.

SOUZA, Leandro Ricarte Castro; MILANEZ, Bruno. **Conflitos socioambientais e áreas protegidas no Brasil: algumas reflexões.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, v. 6., 2015, Belo Horizonte. Anais eletrônicos... Belo Horizonte: CBGA, 2015. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/congresso_ambiental/2015/Conflitos%20socioambientais%20e%20%C3%A1reas%20protegidas%20no%20Brasil%20algumas%20reflex%C3%B5es.pdf. Acesso em: 04 jun. 2022.

TROVÃO, J.R. **Evolução político-administrativa do Estado do Maranhão.** São Luís: IMESC, 2010.

TROVÃO, J.R. **O processo de Ocupação do território maranhense**. São Luís: IMESC, 2008. (Caderno IMESC, 5).

TURNER II, Billie L. *et al.* **Land-Use and Land-Cover Change, Science/Research Plan**. IGBP Report No. 35/HDP Report No. 7, Stockholm, Sweden, and Geneva, Switzerland. 1997.

TURNER, B. L., II, Meyer, W. B., Skole, D. L., & Lambin, E. F. **Global land use/cover change: towards an integrated study**. *Ambio*, v.23, n.1, p. 91-95, 1994.

UBA, Nagesh Kumar. **Land use and land cover classification using deep learning techniques**. Arizona State University, 2016.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL (UCB). **Situação Atual das Unidades de Conservação**. 2020. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br>. Acesso em 02 de dez. de 2022.

UNITED NATIONS. **International Expert Group Meeting: “Conservation and the rights of indigenous peoples”**(Articles 29 and 32 of the United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples). 2019.

VALE, Petterson *et al.* **The expansion of intensive beef farming to the Brazilian Amazon**. *Global Environmental Change*, v. 57, p. 101922, 2019.

VAN DIJK, Terry; BEUNEN, Raoul. **Laws, people and land use: A sociological perspective on the relation between laws and land use**. *European Planning Studies*, v. 17, n. 12, p. 1797-1815, 2009.

VIJAY, Varsha *et al.* **Deforestation risks posed by oil palm expansion in the Peruvian Amazon**. *Environmental Research Letters*, v. 13, n. 11, p. 114010, 2018.

VIJAY, Varsha *et al.* **Deforestation risks posed by oil palm expansion in the Peruvian Amazon**. *Environmental Research Letters*, v. 13, n. 11, p. 114010, 2018. Disponível: https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/5_A%20Expansao_Agricultura_Walker.pdf. Acesso em: 08 jun. 2022.

WALKER, Wayne S. *et al.* **The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 117, n. 6, p. 3015-3025, 2020.

WANDERLEY, Luiz Jardim de Moraes. **Conflitos e impactos ambientais na exploração dos recursos minerais na Amazônia**. Geopuc: Revista do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geociências da PUC-Rio, Rio de Janeiro, n. 3, 2008. Disponível em: http://geopuc.geo.puc-rio.br/media/Wanderley_geopuc03.pdf. Acesso em: 05 jun. 2022.

ZEE-MA - ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO. Rocha, A. E., CATUNDA, Paulo Henrique de Aragão, DIAS, Luiz

Jorge Bezerra da Silva. (coordenadores). **Relatório Técnico de Classificação da Vegetação do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) – Etapa Bioma Amazônico**. São Luís: IMESC, 2020.

ZONEAMENTO ecológico econômico do estado do maranhão - ZEE. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão –ZEE: etapa Bioma Amazônico**. Paulo Henrique de Aragão Catunda; Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (organizadores). São Luís: IMESC, 2019.

ZONEAMENTO Ecológico–Econômico do Estado do Maranhão – ZEE. **ZEE-MA– Etapa Bioma Amazônico**. 2020. Disponível em: <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Sumario-Executivo-do-Zoneamento-Ecologico-Economico-Etapa-Bioma-Amazonico.pdf>. Acesso em 02 de dez. de 2022.