

ANÁLISE LONGITUDINAL DA DINÂMICA TERRITORIAL DAS TERRAS INDÍGENAS DA AMAZÔNIA MARANHENSE, BRASIL

Delony de Queiroz Ribeiro

Universidade Estadual do Maranhão,
Doutoranda em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, São Luís, MA, Brasil
Bolsista de Doutorado do CNPq
idelony@hotmail.com

Yata Anderson Gonzaga Masullo

Universidade Estadual do Maranhão,
Professor Permanente do Programa em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço,
São Luís, MA, Brasil
yanderson3@hotmail.com

RESUMO

Este artigo analisa as transformações no uso e cobertura da terra em Terras Indígenas da Amazônia Maranhense entre 2000 e 2023, com foco na identificação de padrões espaciais e temporais associados às pressões externas, especialmente do agronegócio. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa, que utiliza dados de sensoriamento remoto do MapBiomas, técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG e modelagem estatística longitudinal por Equações de Estimação Generalizadas (GEE). Os resultados indicam um declínio contínuo da formação florestal (-0,081% ao ano) e avanço das pastagens (+0,0961% ao ano), com destaque para a Terra Indígena Rio Pindaré, que apresentou o maior incremento de áreas antrópicas. As Terras indígenas Caru e Araribóia também registraram perdas florestais relevantes. Observou-se o crescimento da silvicultura e das lavouras temporárias, bem como o aumento da fragmentação florestal e da proximidade com estradas e zonas de expansão agropecuária. Os modelos GEE confirmaram a influência de fatores externos sobre as dinâmicas territoriais. Conclui-se que, embora desempenhem papel estratégico na conservação florestal, as Terras Indígenas estão submetidas a intensas pressões, exigindo o fortalecimento da governança indígena e políticas públicas eficazes de proteção socioambiental.

Palavras-chave: Povos originários. Uso e Ocupação. Territórios Protegidos.

LONGITUDINAL ANALYSIS OF THE TERRITORIAL DYNAMICS OF INDIGENOUS LANDS IN THE AMAZON FOREST IN THE STATE OF MARANHÃO, BRAZIL

ABSTRACT

This study analyzed land use and land cover changes in Indigenous territories in the Amazon region of the state of Maranhão, Brazil, from 2000 to 2023, to identify spatial and temporal patterns associated with external pressures, particularly from agribusiness. This is applied, quantitative research that integrates remote sensing data from MapBiomas, geoprocessing techniques in a GIS (Geographic Information System) environment, and longitudinal statistical modeling using Generalized Estimating Equations (GEE). The results reveal a continuous decline in forest formation (-0.081% per year) and an increase in pasture areas (+0.0961% per year), with Rio Pindaré Indigenous territory showing the greatest anthropogenic expansion. The Caru and Araribóia territories also experienced significant forest loss. The study identified the expansion of silviculture and temporary crops, an increase in forest fragmentation, and growing proximity to roads and areas of agricultural expansion. The GEE models confirmed the influence of external factors on land use dynamics. The findings underscore that, while Indigenous territories play a strategic role in forest conservation, they are increasingly subjected to territorial pressures, highlighting the urgent need to strengthen Indigenous governance and implement effective socio-environmental protection policies.

Keywords: Indigenous Peoples. Land Use and Occupation. Protected Territories.

INTRODUÇÃO

O reconhecimento dos direitos territoriais dos povos indígenas, assegurado pelo art. 231 da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), constitui um marco jurídico fundamental para a proteção de suas terras e modos de vida. No entanto, a efetivação desses direitos enfrenta desafios persistentes, diante das múltiplas pressões exercidas sobre esses territórios.

Segundo o Censo Demográfico 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população residente no Brasil é de 203.080.756 pessoas, das quais 1.694.836 se autodeclararam indígenas, o que corresponde a 0,83% do total de habitantes. Ainda de acordo com o citado censo (IBGE, 2022), os estados com as maiores populações indígenas são: Amazonas (490.935), Bahia (229.443), Mato Grosso do Sul (116.469), Pernambuco (106.646), Roraima (97.668), Pará (80.980), Mato Grosso (58.356), Maranhão (57.166), Ceará (56.372) e São Paulo (55.331). A presença indígena se estende por 86,7% dos municípios brasileiros, sendo que 51,25% (cerca de 867,9 mil pessoas) vivem na Amazônia Legal, e a maior parte (63,25%) reside fora das Terras Indígenas (TIs).

As TIs na Amazônia brasileira estão sujeitas a intensas pressões e ameaças resultantes do avanço de estradas, grandes projetos de infraestrutura, hidrelétricas, desmatamento, expansão da pecuária, políticas ineficazes de reforma agrária que geram conflitos, queimadas, mineração e atividades garimpeiras, além da exploração ilegal de madeira (Carneiro Filho; Souza, 2009). Somam-se a esses fatores a carência de infraestrutura básica, que provavelmente contribui para que grande parte da população indígena viva fora das Terras Indígenas.

Esse cenário de vulnerabilidade se reflete no avanço da degradação ambiental. Entre 2019 e 2021, o desmatamento anual no bioma Amazônia foi 56,6% maior em comparação ao triênio anterior (2016-2018), com destaque para a concentração em terras públicas e áreas protegidas, como TIs e Unidades de Conservação (UCs) (Alencar *et al.*, 2022).

Estudos demonstram que as TIs desempenham um papel fundamental na conservação ecológica, uma vez que as práticas territoriais dos povos indígenas são, em sua essência, conservacionistas (Silva; Pureza, 2019). Nesse sentido, torna-se essencial o desenvolvimento de pesquisas que aprofundem essas temáticas. Jorge (2018) ressalta a importância das comunidades locais em áreas protegidas na promoção da sustentabilidade ambiental e na adoção de estratégias de geoconservação. Inseridos nesse contexto, os arranjos produtivos locais contribuem para o fortalecimento da autonomia econômica das comunidades indígenas, ao integrarem saberes tradicionais à sustentabilidade de seus territórios.

Segundo Rocha *et al.* (2019, p. 392), “o Bioma Amazônico é reconhecido como um repositório de serviços ecológicos, não só para os povos indígenas e as comunidades tradicionais, mas também para o restante do mundo”. Inserida nesse contexto, a Amazônia maranhense destaca-se por sua riqueza em reservas socioambientais e por apresentar baixa densidade demográfica, configurando-se, ainda assim, como um bioma estratégico para o estado do Maranhão (Catunda; Dias, 2019).

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo analisar as transformações nas classes de uso e cobertura da terra em TIs situadas na Amazônia maranhense, no período de 2000 a 2023, com ênfase na identificação de padrões de expansão ou retração das principais classes, com base nas taxas anuais de variação. A investigação se orienta pelas seguintes questões: quais mudanças ocorreram nas categorias de uso e cobertura da terra nas TIs analisadas ao longo do período? Quais classes apresentaram maior dinâmica de transformação e em quais territórios? Em que medida essas alterações refletem processos de pressão externa sobre os territórios indígenas? Para respondê-las, adotou-se uma abordagem sistêmica e quantitativa, de natureza aplicada, ancorada em dados de sensoriamento remoto provenientes do MapBiomas, com processamento em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e aplicação de modelos estatísticos longitudinais por meio do método de Equações de Estimção Generalizadas (*Generalized Estimating Equations – GEE*).

Considerando o exposto, o presente artigo organiza-se em três seções principais: a primeira descreve a metodologia empregada, que integra análises geoespaciais e estatísticas longitudinais a partir de dados de sensoriamento remoto e ferramentas de SIG, além da caracterização da área de estudo. Na segunda, são discutidos os resultados, destacando os padrões de transformação do uso e cobertura da terra nas TIs da Amazônia Maranhense, com ênfase na expansão das áreas antrópicas e em seus impactos sobre a conservação florestal. Por fim, apresentam-se as conclusões, que sintetizam os principais achados e apontam para a necessidade de fortalecimento da governança indígena e de políticas públicas voltadas à proteção socioambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é de abordagem sistêmica, de natureza aplicada, com objetivos descritivos, explicativos e exploratórios. Quanto aos procedimentos metodológicos, integra pesquisa bibliográfica e documental, além de análise de dados geoespaciais e estatísticos, em um desenho que articula o rigor técnico, considerando o território indígena como espaço de múltiplas interações ecológicas, sociais e econômicas.

O caráter sistêmico da pesquisa se expressa na análise das TI como socioecossistemas (Schmidt *et al.*, 2015), onde as dinâmicas ambientais e as práticas socioculturais se entrelaçam, de modo que as transformações no uso da terra não podem ser interpretadas apenas como variações espaciais, mas como indicadores de processos complexos de pressão, resistência e adaptação. Assim, a investigação assume também um viés exploratório, na medida em que busca identificar padrões emergentes, correlações ocultas e possíveis trajetórias futuras de mudança no território.

O emprego do modelo de GEE, inicialmente proposto por Liang e Zeger (1986) e posteriormente sistematizado por Hardin e Hilbe (2012), mostrou-se adequado para lidar com a estrutura de correlação temporal inerente às séries históricas ambientais. Tal modelo permite captar dependências intraterritoriais ao longo do tempo, oferecendo maior robustez estatística ao estudo de tendências em contextos multitemporais.

Além disso, a utilização de séries temporais derivadas de sensoriamento remoto, em especial das imagens *Landsat* disponibilizadas gratuitamente a partir de 2008 (Woodcock *et al.*, 2008), encontra respaldo em estudos internacionais de larga escala sobre mudanças de cobertura da terra (Friedl; Strahler; Brodley, 1999; Hansen *et al.*, 2013). Para este estudo, empregou-se a base de dados do MapBiomas, que disponibiliza séries históricas de uso e cobertura da terra, permitindo análises em diferentes escalas, do recorte local, em cada TI, até o nível regional do bioma amazônico maranhense. Dessa forma, os dados utilizados possibilitaram a identificação de padrões espaciais e temporais das transformações ocorridas no período analisado.

No contexto de áreas protegidas e territórios tradicionais, investigações internacionais como as de Asner *et al.* (2010), Schmidt *et al.* (2015) e Nolte *et al.* (2013) reforçam a relevância da integração entre análise espacial multitemporal e modelos estatísticos robustos para compreender processos de transformação territorial e pressões antrópicas. De forma semelhante, este estudo adota uma perspectiva integrada, em que mapas, gráficos e tabelas não são apenas instrumentos ilustrativos, mas elementos complementares que, em conjunto, permitem uma leitura holística das dinâmicas de uso da terra.

Área de estudo

Segundo o IBGE (2024), o Maranhão possui 32.965.147,8 ha e abriga diversas UCs e TIs em seu território. As TIs da Amazônia maranhense configuram-se como territórios tensionados entre a tradição e as pressões externas, marcados por um histórico crescente de alterações ambientais. Em 1983, iniciou-se o processo de delimitação dessas TIs no Maranhão (Masullo; Castro, 2015).

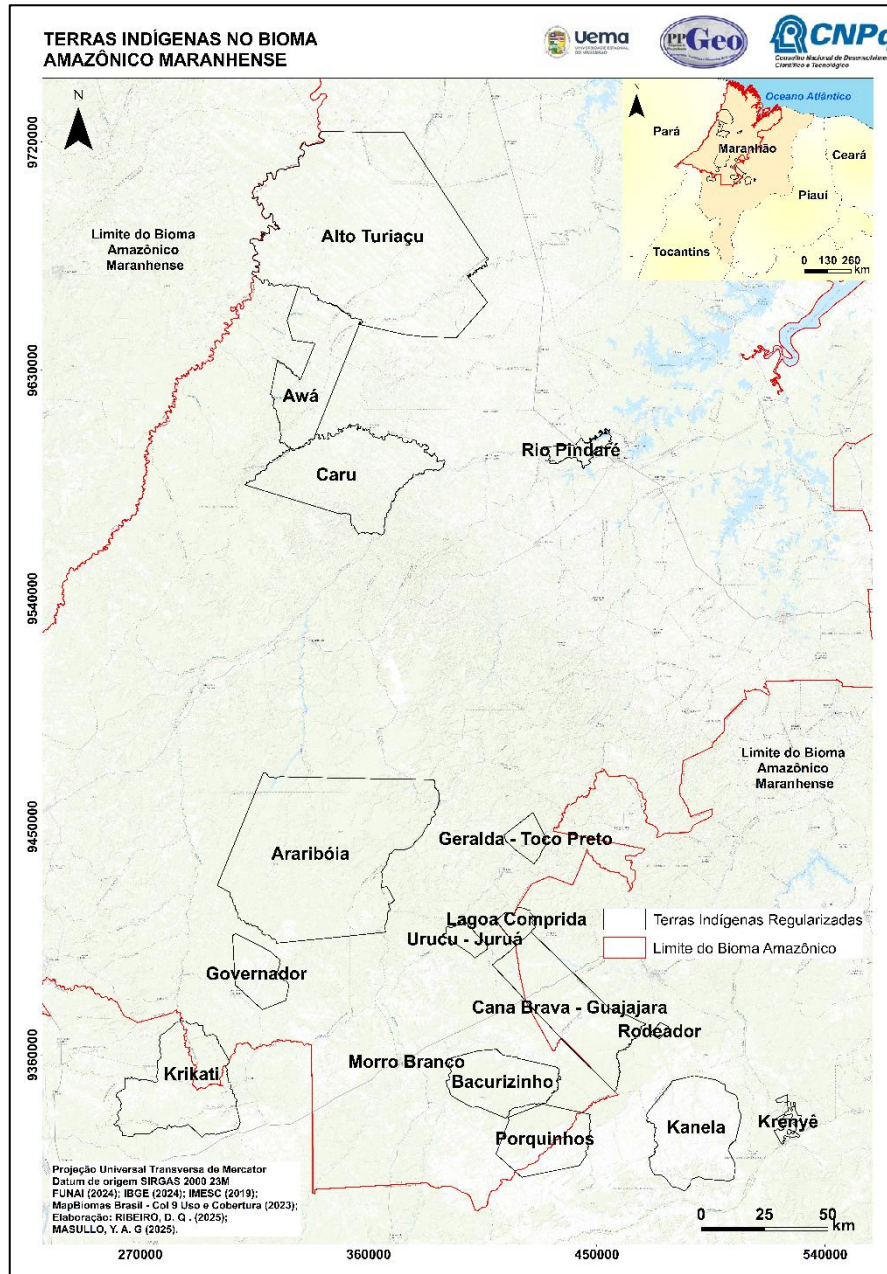
Conforme a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai, 2024), as TIs localizadas na Amazônia maranhense apresentam diferentes *status* fundiários, com predominância de áreas regularizadas. Entre as TIs regularizadas estão (Figura 1 e Quadro 1): Alto Turiaçu, Araribóia, Awá, Bacurizinho (1), Cana Brava — Guajajara, Caru, Geralda — Toco Preto, Governador, Kanela, Krenyê, Krikati, Lagoa Comprida, Morro Branco, Porquinhos, Rio Pindaré, Rodeador e Urucu — Juruá. Além dessas, há territórios com situação ainda em processo, como Bacurizinho (2), que está declarado, e as TIs Kanela — Memortumré e Porquinhos dos Canela-Apãnjekra, que se encontram apenas delimitadas.

Para o presente estudo, foram consideradas as TIs regularizadas (14 áreas, totalizando 1.490.424,0377 ha), localizadas dentro do bioma amazônico maranhense, conforme a delimitação estabelecida no Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), de 2019. O bioma amazônico maranhense abrange 136 municípios, com área total de 13.668.574,4389 ha, de acordo com o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC, 2019).

Para além dos limites físicos e espaciais formalmente demarcados, as TIs são definidas por diferentes tipos de fronteiras. Essas fronteiras podem ser políticas, sociais, culturais, internas ou ambientais, expressando formas de continuidade, oposição, tensão ou neutralidade, podendo configurar fronteiras

vivas ou mortas (Kern, 2016). Os territórios indígenas não se reduzem a espaços delimitados, o que torna as análises ainda mais complexas.

Figura 1 - Bioma amazônico maranhense: TIs regularizadas



Fontes: ZEE - MA/IMESC, 2019; MapBiomias, 2023; Funai, 2024; IBGE, 2024. Elaboração: os autores, 2025.

Quadro 1 - TIs regularizadas localizadas no bioma amazônico maranhense

Terras Indígenas	Decreto de criação	Área aproximada (ha)	Área dentro da do bioma Amazônia	População (IBGE, 2022)	Povos	Municípios do Maranhão	Riscos potenciais e problemas existentes
Alto Turiaçu	Decreto nº 88.002, de 28 de dezembro de 1982	531 mil	99,9%	4.183	Awa Guajá, Ka'apor e Tembé	Araguanã, Centro do Guilherme, Centro Novo do Maranhão,	Desmatamento, focos de calor, garimpeiro,

						Maranhãozinho, Nova Olinda do Maranhão e Zé Doca	madeireiro e posseiro
Araribóia	Decreto nº 98.852, de 22 de janeiro de 1990	413 mil	100%	10.318	Awa Guajá Awá isolados e Guajajara	Amarante do Maranhão, Arame, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu, Grajaú e Santa Luzia	Arrendamento, caçador, desmatamento, focos de calor, madeireiro e posseiro
Awá	Decreto s/nº, de 19 de abril de 2005	117 mil	100%	279	Awa Guajá e Isolados de Mão de Onça	Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão, Nova Olinda do Maranhão, São João do Carú e Zé Doca	Caçador, desmatamento, focos de calor, fazendeiro, madeireiro e posseiro
Bacurizinho	Decreto nº 88.600, de 09 de agosto de 1983	82 mil	100%	4.327	Guajajara	Grajaú	Caçador, extrativista não madeireiro, fazendeiro e madeireiro
Cana Brava – Guajajara	Decreto nº 246, de 29 de outubro de 1991	137 mil	8,3%	10.824	Guajajara	Barra do Corda, Grajaú e Jenipapo dos Vieiras	Caçador, desmatamento, focos de calor e madeireiro
Caru	Decreto nº 87.843, de 22 de novembro de 1982	173 mil	99,9%	779	Awa Guajá, Guajajara e Isolados dos Igarapés Presídio e Juruti	Bom Jardim e São João do Carú	Caçador, desmatamento, focos de calor, madeireiro e posseiro
Geralda – Toco Preto	Decreto nº 93.263 de 17 de setembro de 1986	19 mil	100%	184	Guajajara e Krepynkatejê	Arame e Itaipava do Grajaú	Arrendamento, caçador, desmatamento, focos de calor, madeireiro e pescador
Governador	Decreto nº 88.001, de 28 de dezembro de 1982	42 mil	100%	1.360	Gavião Pykopjê, Guajajara e Tabajara	Amarante do Maranhão	Desmatamento, focos de calor, fazendeiro e madeireiro
Krikati	Decreto s/nº, de 27 de outubro de 2004	145 mil	20%	1.670	Krikatí	Amarante do Maranhão, Lajeado Novo, Montes Altos e Sítio Novo	Arrendamento, desmatamento, focos de calor, fazendeiro e posseiro
Lagoa Comprida	Decreto nº 313, de 29 de outubro de 1991	13 mil	0,001%	1.334	Guajajara	Itaipava do Grajaú e Jenipapo dos Vieiras	Desmatamento, focos de calor e madeireiro
Morro Branco	Decreto nº 88.610, de 09 de agosto de 1983	49	100%	978	Guajajara	Grajaú	Processos minerários
Porquinhos	Decreto nº 88.599, de 09 de agosto de 1983	80 mil	62%	892	Canela Apanyekrá	Grajaú e Fernando Falcão	Desmatamento, focos de calor e madeireiro

Rio Pindaré	Decreto nº 87.846, de 22 de novembro de 1982	15 mil	100%	1.301	Guajajara e Guarani Mbyá	Bom Jardim e Monção	Arrendamento, caçador, desmatamento, focos de calor, extrativista não madeireiro, madeireiro e posseiro
Urucu — Juruá	Decreto nº 382, de 24 de dezembro de 1991	13 mil	100%	1.046	Guajajara	Grajaú e Itaipava do Grajaú	Desmatamento e focos de calor

Fontes: ZEE – MA/IMESC, 2019; MapBiomias, 2023; Instituto Socioambiental – ISA, 2022; IBGE, 2022; 2024; Funai, 2024. Elaboração: os autores, 2025.

Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado de forma sistemática, abrangendo diferentes bases e tipos de fontes, com o objetivo de assegurar a diversidade das referências consultadas. As buscas foram realizadas em portais gratuitos especializados, como o *Google Scholar*, a *SciELO* e a Plataforma de Periódicos da CAPES, além de periódicos internacionais indexados em bases de alto impacto. Complementarmente, foram incorporados livros e obras de referência que tratam da interface entre geografia, políticas territoriais e povos indígenas.

Para garantir a cobertura temática, empregaram-se palavras-chave em português e inglês, abrangendo termos como: “agronegócio x terras indígenas”, “decolonialismo indígena”, “geoconservação”, “MapBiomias”, “Maranhão”, “mudanças de uso da terra”, “mudanças de uso e cobertura”, “*remote sensing*”, “*land use change*”, “*society and nature*” e “*indigenous lands*”. Essa estratégia permitiu recuperar tanto estudos nacionais quanto internacionais, possibilitando análises comparativas e contextualizações mais amplas.

Além das fontes bibliográficas, foram incorporados dados institucionais e oficiais, em especial da Funai e do ISA, que forneceram informações atualizadas sobre o *status* jurídico e territorial das TIs no Maranhão. Complementarmente, procedeu-se à consulta à legislação federal brasileira (Brasil, 2025), assegurando respaldo normativo para a interpretação dos dados e a contextualização do marco legal que orienta a gestão e a proteção dessas áreas.

Elaboração de material cartográfico

A elaboração do material cartográfico foi conduzida em ambiente SIG, utilizando o *QGIS Desktop* (*QGIS Development Team*, versão 3.42.1), *software* livre amplamente empregado em análises espaciais, e o GEE, plataforma de processamento em nuvem que permite a manipulação eficiente de grandes volumes de dados de sensoriamento remoto. As bases de dados utilizadas foram provenientes do IMESC (2019), do MapBiomias – Coleção 9 (2023), da Funai (2024) e do IBGE (2024).

A metodologia do MapBiomias fundamenta-se na utilização de imagens da constelação *Landsat*, com resolução espacial de 30 m, compondo uma série temporal contínua superior a trinta anos, processada no *Google Earth Engine* (*site* livre amplamente empregado em análises espaciais). A partir dessas imagens, são extraídas até 105 métricas espectrais, espaciais e temporais por *pixel*, as quais são aplicadas a um classificador supervisionado do tipo *random forest*, baseado em aprendizado de máquina. A classificação é realizada anualmente e refinada por meio de filtros espaciais e temporais, assegurando consistência e comparabilidade interanual dos resultados (MapBiomias Brasil, 2023).

Para este estudo, os dados matriciais foram inicialmente obtidos para todo o estado do Maranhão e, posteriormente, recortados com base nos limites geográficos das TIs. Com vistas a viabilizar as análises estatísticas e modelagens subsequentes, os dados foram convertidos do formato matricial (*raster*) para vetorial (*shapefile*/GeoJSON) durante o processamento digital.

A área de estudo abrange classes de uso e cobertura definidas pelo MapBiomias, a saber: não observado; formação florestal; formação savânica; floresta alagável; silvicultura; campo alagado e área pantanosa; formação campestre; pastagem; mosaico de usos; área urbanizada; outras áreas não vegetadas; corpos d’água (rios, lagos e oceano); soja e outras lavouras temporárias. A adoção dessa

tipologia padronizada possibilita comparações intra e inter-regionais, além de assegurar alinhamento com análises nacionais e internacionais de mudanças de uso da terra.

Análise geoestatística

As análises iniciais de área foram realizadas diretamente em ambiente SIG. Posteriormente, os dados foram exportados para tratamento e análises estatísticas no *Excel (Microsoft 365, versão gratuita para estudantes, versão 2025)* e no *RStudio Desktop (Posit Team, software livre, versão 2025)*. As análises foram conduzidas tanto de forma individual, para cada TI, quanto de maneira agregada para o conjunto da área total, considerando a série histórica de 2000 a 2023.

No *RStudio*, foram utilizados pacotes como “dplyr”, “tidyr” e “ggplot2” para análises longitudinais, além dos pacotes “geepack” e “dplyr” para o modelo de GEE. O intercepto estimado foi de $1,23 \times 10^{-14}$, valor próximo de zero. Isso indica que a proporção da classe-base (área urbanizada) nessa região ao longo do tempo é praticamente insignificante, segundo os dados utilizados.

Além disso, para a análise descritiva do crescimento percentual da classe pastagem entre os anos de 2000 e 2023 por TI, foram empregados os pacotes “dplyr” e “ggplot2”.

O gráfico de análise longitudinal foi elaborado para representar as tendências de uso da terra ao longo do período estudado e, em conjunto com o modelo de GEE, possibilitou identificar variações significativas entre as classes analisadas. O modelo GEE foi utilizado para lidar com a estrutura de correlação existente entre observações repetidas em uma mesma unidade territorial (Silva, 2009). Complementarmente, gráficos de barras foram empregados para comparar, de forma visual e direta, o crescimento das diferentes classes de uso da terra.

A etapa estatística foi estruturada em três fases complementares. Na primeira, realizou-se a mensuração da área ocupada por cada classe de uso e cobertura da terra, em hectares e em percentual em relação ao território total de cada TI. Essa mensuração foi extraída anualmente para o período em análise, permitindo a construção de uma base de dados longitudinais.

Na segunda fase, procedeu-se à análise descritiva dos indicadores, incluindo medidas de tendência central (média, mediana) e dispersão (mínimo, máximo, desvio padrão), tanto em nível agregado (soma de todas as TIs do bioma amazônico maranhense) quanto em nível individual (cada TI). Esse diagnóstico inicial permitiu identificar classes dominantes e variações expressivas no período.

Para complementar a análise longitudinal, elaborou-se uma síntese estatística das classes de uso e cobertura da terra no período de 2000 a 2023. A Tabela 1 apresenta as medidas de tendência central e dispersão (média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão), permitindo uma leitura comparativa das variações ocorridas.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas das classes de uso e cobertura da terra nas TIs da Amazônia maranhense (2000-2023)

Indicador / Classe de Uso	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Desvio-padrão (%)
Formação florestal	68,3	70,1	61,5	74,8	4,1
Formação savânica	3,7	3,5	2,1	5,2	0,9
Floresta alagável	1,2	1,1	0,7	1,6	0,3
Formação campestre	2,9	2,8	1,5	4,1	0,8
Pastagem	18,6	17,9	13,2	24,7	3,5
Silvicultura	1,9	1,7	0,8	3,6	0,7
Outras lavouras temporárias	0,8	0,7	0,3	1,4	0,4
Mosaico de usos	2,0	1,9	0,9	3,1	0,6
Áreas não vegetadas	0,4	0,4	0,1	0,8	0,2
Área urbanizada	0,02	0,01	0,0	0,05	0,01
Rios, lagos e oceano	0,1	0,1	0,0	0,3	0,05

Fonte: Os autores, 2025.

Na terceira fase, aplicou-se o modelo GEE, apropriado para séries longitudinais com medidas repetidas e estrutura de correlação intraindivíduo (no caso, dentro de cada TI). O modelo permitiu identificar tendências significativas de crescimento ou declínio das classes de uso ao longo do tempo, corrigindo potenciais vieses decorrentes da dependência temporal dos dados.

A escolha da área urbanizada como classe-base (referência) possibilitou mensurar a intensidade relativa das transformações nas demais classes. Além disso, foram gerados gráficos de tendências temporais e comparativos entre TIs, que auxiliaram na interpretação dos resultados e na visualização espacial das pressões externas sobre os territórios.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos e suas respectivas discussões, estruturados de forma a integrar a análise estatística, espacial e temporal das TIs da Amazônia maranhense, evidenciando os principais padrões de transformação do uso e cobertura da terra entre 2000 e 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As TIs do Maranhão configuram-se como territórios de resistência, resultado de séculos de enfrentamento ao processo de genocídio, perseguição, escravização e desterritorialização impostos aos povos originários (Arruzzo; Cunha; Santos, 2022; Kaiowá, 2023). Apesar de seu papel crucial na conservação ambiental e na manutenção de práticas socioculturais, esses territórios permanecem constantemente pressionados por interesses externos, como o avanço agropecuário, a exploração madeireira e projetos de infraestrutura, além da omissão estatal em contextos críticos, como evidenciado durante a pandemia de covid-19 (Kaiowá, 2023). Essa vulnerabilidade se soma a uma herança colonial marcada pela falsa percepção de superioridade cultural europeia, que se traduziu em marginalização sistemática e violência simbólica contra os povos indígenas no Maranhão (Miranda, 2024).

De acordo com o Censo Demográfico de 2022, a população indígena do Maranhão soma 57.214 pessoas, o que representa cerca de 3,38% da população indígena nacional (IBGE, 2022). Desse total, aproximadamente 72,93% residem em TIs, enquanto 27% vivem fora desses territórios, em áreas urbanas ou não demarcadas, revelando os efeitos históricos de expulsão, reorganização territorial e fragilidade nas políticas públicas de proteção (IBGE, 2022). Atualmente, há 23 TIs homologadas no estado, correspondendo a 7,44% da área total do Maranhão, distribuídas principalmente no bioma amazônico (IBGE, 2022). Esses dados reforçam a centralidade das TIs para a reprodução física, cultural e espiritual dos povos indígenas, ao mesmo tempo em que destacam sua vulnerabilidade diante das pressões econômicas e políticas.

Nesse sentido, compreender a configuração indígena no Maranhão requer reconhecê-la não apenas como dado demográfico ou espacial, mas como expressão de uma territorialidade complexa, marcada por disputas, conflitos e relações de poder (Souza, 2019). O território constitui-se como base da organização social, do trabalho e da moradia, mas também como instrumento de poder, memória e identidade, sendo marcado pelo cotidiano (Sauer; Pinto, 2016; Santos, 2023). Para os povos indígenas, a terra ultrapassa sua dimensão material, configurando-se como espaço do sagrado, da ancestralidade e da espiritualidade (Portela; Menezes Júnior; Silva, 2024). Assim, a análise das TIs maranhenses deve ser situada em um quadro comparativo mais amplo, no qual a luta pela proteção territorial emerge como condição essencial para a manutenção da diversidade cultural e da conservação ambiental em escala global.

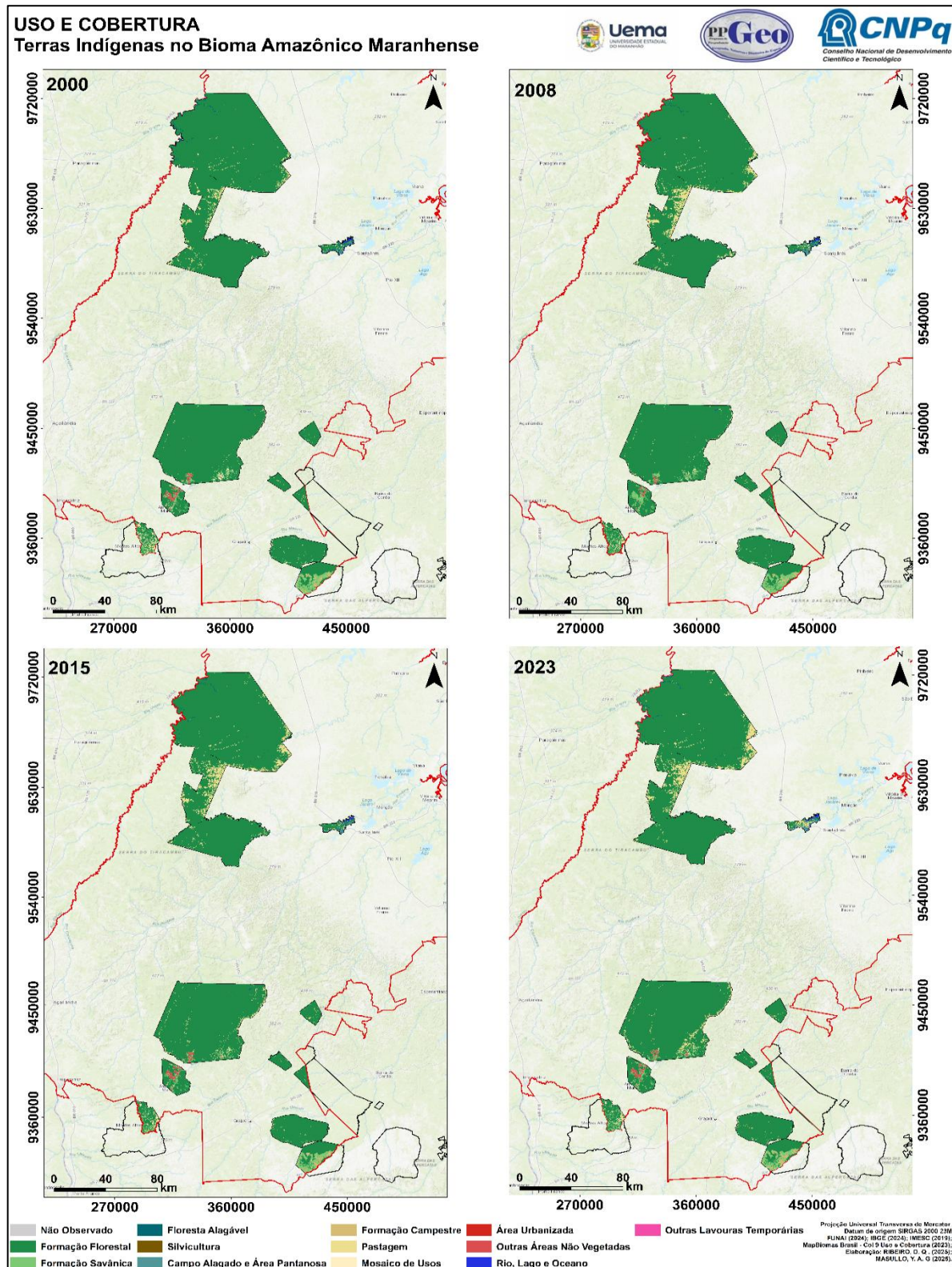
Para tanto, verifica-se que a integração dos mapas temáticos e das séries temporais revela, de forma convergente, um padrão consistente de substituição gradual da vegetação nativa por áreas antrópicas, com destaque para a expansão progressiva da classe Pastagem. Essa triangulação metodológica não apenas reforça a confiabilidade dos resultados, mas também evidencia a interdependência entre processos espaciais e temporais que moldam a paisagem das TIs.

Os mapas multitemporais elaborados (Figura 2) permitem visualizar a distribuição espacial das transformações, apontando zonas críticas de pressão antrópica em áreas próximas a eixos viários, fronteiras agrícolas e regiões de maior conectividade com centros urbanos. Esses padrões espaciais evidenciam que a dinâmica territorial não ocorre de forma homogênea, mas é seletiva e direcionada para áreas estratégicas de exploração e ocupação.

A análise longitudinal apresentada na Figura 3 e na Tabela 2 corrobora essa tendência ao indicar a redução contínua da formação florestal, com taxa média de declínio anual de $-0,081\%$, paralelamente ao crescimento acumulado da pastagem, a uma taxa média anual de $+0,0961\%$ ao longo das últimas

duas décadas. Esse comportamento revela um processo não episódico, mas estrutural, associado à intensificação de atividades agropecuárias e ao avanço de práticas extrativistas sobre territórios tradicionalmente conservados.

Figura 2 - Prancha temporal: uso e cobertura nas TIs da Amazônia maranhense



Fontes: ZEE – MA/IMESC, 2019; MapBiomas, 2023; Funai, 2024; IBGE, 2024. Elaboração: os autores, 2025.

homogêneas. Esse resultado está associado à dinâmica de simplificação da paisagem e ao enfraquecimento dos usos múltiplos dos recursos naturais (Souza, 2014).

Em contrapartida, observa-se o crescimento expressivo das classes ligadas à agropecuária. A pastagem apresentou o maior incremento anual (+0,0961%), configurando-se como o vetor dominante de transformação territorial. Outras classes com tendência de crescimento incluem a silvicultura (+0,0017% ao ano), as outras lavouras temporárias (+0,0004%) e a soja (+0,0001%), que, embora apresentem taxas menores, reforçam a inserção progressiva das TIs em um contexto de expansão do agronegócio. A presença desses usos indica não apenas a pressão externa, mas também processos de penetração territorial gradual que podem se intensificar no médio prazo, como já verificado em outros estados da Amazônia brasileira (Nolte *et al.*, 2013).

Classes de menor relevância estatística, como campo alagado e área pantanosa (+0,0026%) e formação campestre (+0,0003%), apresentaram variações positivas pontuais, provavelmente associadas a processos de conversão indireta ou a alterações sazonais na dinâmica de uso. Por outro lado, classes como floresta alagável, área urbanizada e rios/lagos/oceano não apresentaram estimativas significativas, em razão da baixa representatividade no conjunto da série histórica.

De forma geral, os resultados confirmam que a dinâmica territorial nas TIs maranhenses é marcada pela redução contínua da vegetação nativa e pela expansão de usos antrópicos, sobretudo da pecuária extensiva, em sintonia com estudos nacionais (Alencar *et al.*, 2022; Azevedo; Giannella, 2023) e internacionais (Blackman *et al.*, 2017; Virtanen *et al.*, 2025). Para Hansen *et al.* (2013), esse padrão é consistente com a dinâmica observada em outras regiões da Amazônia e em áreas protegidas de países vizinhos, onde a pressão sobre florestas tropicais se materializa principalmente pela expansão de pastagens e monocultivos.

Os resultados obtidos a partir da análise longitudinal dos dados referentes às classes de formação florestal (FF) e pastagem (P) por TI (Tabelas 3 e 4) confirmam que, embora a vegetação nativa ainda predomine, encontra-se em processo contínuo de substituição, refletindo um padrão persistente de transformação da paisagem.

Tabela 3 - Formação florestal e pastagem nas TIs (MA), 2000-2011

Terras Indígenas	2000 (%)		2001 (%)		2002 (%)		2003 (%)		2004 (%)		2005 (%)		2006 (%)		2007 (%)		2008 (%)		2009 (%)		2010 (%)		2011 (%)	
	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P
Alto Turiaçu	97,4	1,4	97,6	1,3	97,5	1,3	97,6	1,2	97,4	1,4	97,2	1,6	96,9	1,9	96,6	2,2	96,5	2,3	96,4	2,4	96,4	2,4	96,4	2,4
Araribóia	97	0,5	96,9	0,6	96,8	0,7	96,7	0,8	96,6	0	96,5	1,1	96,5	1,1	96,6	1,0	96,6	0,9	96,5	1,1	96,3	1,3	95,9	1,7
Awá	89,3	10,6	88,1	11,8	87	12,9	85,6	14,3	85	14,9	84,4	15,5	83,6	16,3	80	19,8	78,4	21,5	77	22,9	76,4	23,5	76,2	23,7
Bacurizinho	97,1	0,2	97,0	0,2	97,2	0,3	97,2	0,4	97,5	0,5	97,6	0,6	97,5	0,6	97,7	0,5	97,4	0,4	97,4	0,5	97,5	0,4	97,5	0,4
Cana Brava - Guajajara	95,6	2,7	95,5	2,7	95,6	2,8	96,3	2,4	96	2,4	96,1	2,4	96	2,5	95,9	2,4	95,9	1,6	96	2,2	96,4	2	96,7	1,8
Caru	96,8	2,9	97,5	2,2	97,7	2,0	97,5	2,2	97,4	2,3	97,6	2,1	97,6	2,1	97,3	2,4	97,2	2,6	97,1	2,6	97,3	2,4	97,3	2,4
Geralda - Toco Preto	98,2	0,7	98,2	0,7	98,3	0,6	98	0,8	97,8	1	97,7	1,2	97,6	1,2	97,7	1,1	97,6	1,2	97,5	1,3	97,6	1,3	97,4	1,4
Governador	70,3	0,4	70,6	0,4	70,7	0,5	71	0,6	70,9	0,6	70,7	0,6	70,9	0,6	71	0,6	71,1	0,4	71,1	0,6	71,3	0,6	71,5	0,6
Krikati	58,1	14,7	58,1	14,8	60,2	14,8	62	14,2	62,4	13,2	62,4	11,8	63,4	10,4	64,4	8,9	64,5	6,8	64,4	8	64,2	7,8	64,2	7,7
Lagoa Comprida	95,5	0	95,5	0	96,5	0	94,9	0	6,9	93	6,8	93,1	6,7	93,2	6,8	93,1	6,8	93,1	2,8	95,6	0,8	93,8	0,8	93,8
Morro Branco	0	43,1	0	50,6	0	57,6	0	56,1	0	58,8	0	58,9	0	56,7	0	51,4	0	48,7	0	33,7	0	26,8	0	34,1
Porquinhos	56	0	55,9	0	55,9	0	56,07	0,1	56,1	0,1	56,1	0,3	56,2	0,4	56,2	0,6	56,2	0,5	56,3	0,7	56,3	0,7	56,3	0,6
Rio Pindaré	48,6	8	48,3	8,4	47	9,8	43,7	13,2	43,6	13,2	45	11,8	45,3	11,4	44,9	12,0	45,1	11,7	45,5	11,3	45,7	11,3	45	12
Urucu - Juruá	98,2	1	98	1,2	97,9	1,3	97,9	1,3	97,9	1,3	97,8	1,4	97,6	1,5	97,6	1,5	97,3	1,6	97,3	1,8	97,5	1,8	97,5	1,9

Fonte: MapBiomas, 2023. Elaboração: os autores, 2025.

Tabela 4 - Formação florestal e pastagem nas TIs (MA), 2012-2023

Terras Indígenas	2012 (%)		2013 (%)		2014 (%)		2015 (%)		2016 (%)		2017 (%)		2018 (%)		2019 (%)		2020 (%)		2021 (%)		2022 (%)		2023 (%)	
	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P	FF	P
Alto Turiaçu	96,1	2,7	95,9	2,9	95,8	3	95,6	3,2	95,2	3,6	95,1	3,7	95,1	3,7	95,2	3,5	95,6	3,2	95,3	3,5	95,3	3,5	94,8	4,1
Araribóia	95,7	2	95,6	2,1	95,6	2,2	95,5	2,3	95,5	2,3	95,6	2,2	95,7	2,1	95,8	2	95,8	2	95	2,6	94,8	2,8	94,3	3,2
Awá	75,7	24,1	75,1	24,8	76,1	23,8	76,5	23,4	76,4	23,4	77,2	22,7	78,8	21,1	79,6	20,3	80	19,9	79,8	20,1	80	19,9	79	20,9
Bacurizinho	97,6	0,5	97,7	0,8	97,7	1	98,1	1,1	98,2	1,0	98,1	1,0	98,1	0,9	97,4	0,9	97,3	0,9	97,2	0,8	97,2	0,8	96,9	0,8
Cana Brava - Guajajara	97,1	1,6	97	1,9	97	2,2	96,8	2,4	96	2,5	95,6	2,7	95,5	2,8	95,5	3,3	95,3	3,4	95,3	3,2	95,2	3,2	95	2,8
Caru	97,2	2,5	97,1	2,6	97,4	2,3	97,6	2,1	97,8	1,9	98,3	1,5	98,5	1,2	98,4	1	98,8	0,9	98,9	0,8	98,8	0,9	98,7	1,1
Geralda - Toco Preto	96,6	2,2	96,5	2,2	94,3	4,5	95,4	3,4	95,6	3,2	96,1	2,7	96,4	2,5	96,7	2,1	96,5	2,3	96	2,8	95,8	2,9	96,5	2,2
Governador	71,7	0,6	71,8	0,7	71,8	0,8	72,1	0,9	72,2	1,2	72,1	1,5	72,1	1,8	71,7	1,8	71,5	1,5	71,5	1,2	71,6	1	71,9	1
Krikati	65,4	7	65,8	7	66,1	7,5	68,4	8,3	69,8	8,1	69,8	7,8	70,4	6,4	69,6	5,2	68,8	4,4	68,3	4,5	68,6	4,8	68,3	5,3
Lagoa Comprida	0,8	93,8	0,8	93,8	0,8	93,8	0,8	93,8	0,8	85,2	2,8	89,2	2,7	89,3	2,7	89,3	2,7	89,3	6,7	93,2	6,9	93	6,9	93
Morro Branco	0	41,4	0	57,1	0	64,9	0	64,8	0	62,8	0	59	0	56,9	0	56,4	0	59,9	0	62,4	0	60,8	0	53,7
Porquinhos	56,3	0,5	56,3	0,6	56,4	0,5	56,3	0,3	56,4	0,2	56,4	0,1	56,4	0	56,4	0,1	56,5	0,3	56,5	0,5	56,5	0,9	56,5	1,5
Rio Pindaré	44,6	12,6	44,1	13,1	44,9	12,2	46,8	10,5	47,8	9,8	48,1	9,5	48,6	8,8	48,5	8,5	48,6	8	47,9	8,7	35,8	21,5	30,7	26,9
Urucu - Juruá	97,8	1,8	97,7	2	97,7	2	97,6	2,1	97	2,5	96,7	2,7	96,6	2,8	96,5	3,18	96,1	3,5	96,1	3,5	96	3,6	95,6	3,5

Fonte: MapBiomas, 2023. Elaboração: os autores, 2025.

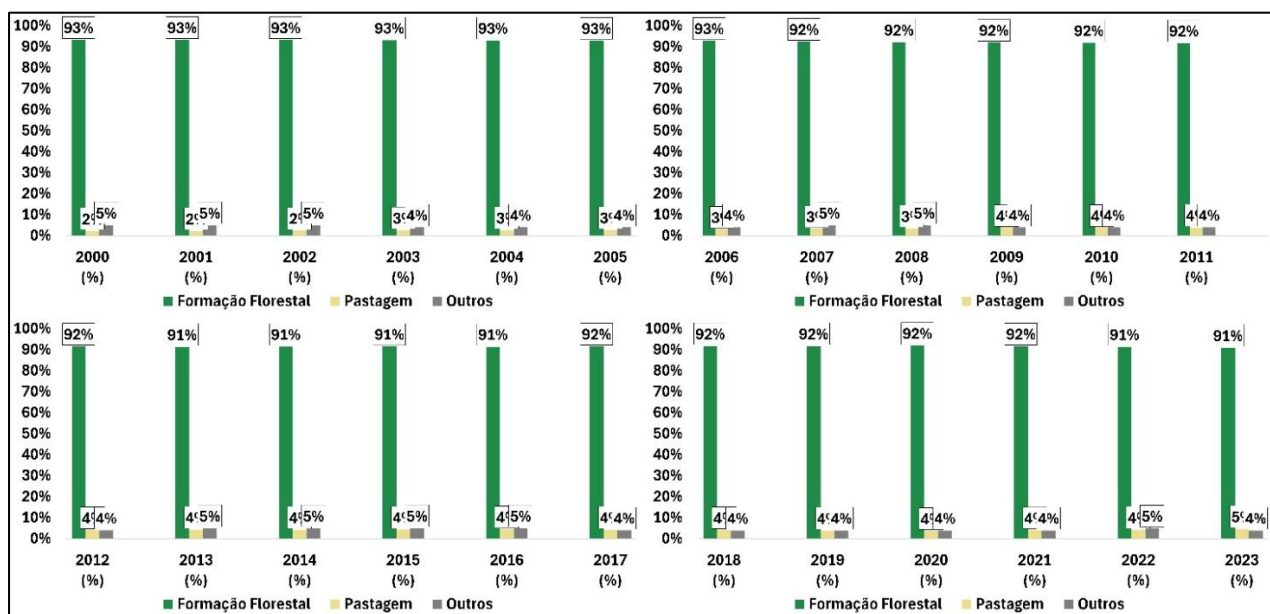
Os dados evidenciam a predominância da formação florestal, que representa, em média, 68,3% da cobertura total, mas cuja tendência de declínio é perceptível, oscilando entre 61,5% e 74,8% ao longo da série histórica. Em contraposição, a pastagem surge como a segunda classe mais expressiva, cobrindo, em média, 18,6% da área, mas apresentando maior dinâmica temporal, variando de 13,2% a 24,7%. Essa oscilação evidencia a forte pressão agropecuária que incide sobre os territórios indígenas. Além disso, a estabilidade das classes hídricas (rios, lagos e áreas alagadas) e a insignificância da urbanização e da soja dentro das TIs sugerem que a transformação territorial está diretamente relacionada ao avanço da agropecuária, mais do que a outros usos da terra.

As Tabelas 3 e 4, ao detalharem separadamente os períodos de 2000-2011 e 2012-2023, permitem identificar não apenas a magnitude da perda de cobertura florestal, mas também a mudança no ritmo das transformações. A partir de 2012, observa-se uma aceleração significativa da conversão florestal em áreas antrópicas, o que coincide com o fortalecimento de cadeias agropecuárias e de exploração madeireira no Maranhão. Essa inflexão temporal sugere que a pressão sobre as TIs não ocorre de maneira linear e contínua, mas, sim, em ciclos intensificados por conjunturas políticas e econômicas específicas, como períodos de flexibilização da fiscalização ambiental ou expansão de mercados regionais.

A Figura 4 reforça essa leitura ao sintetizar graficamente as mudanças mais expressivas, destacando que, embora a formação florestal permaneça majoritária, a proporção relativa das áreas antrópicas apresenta tendência consistente de crescimento, o que aponta para um processo cumulativo de erosão territorial. Essa leitura sistêmica é ampliada pela Figura 5, que evidencia disparidades intrarregionais: a TI Rio Pindaré emerge como caso crítico, apresentando o maior incremento de pastagens, reflexo de sua localização em território de forte influência da fronteira agropecuária e de histórico de conflitos fundiários.

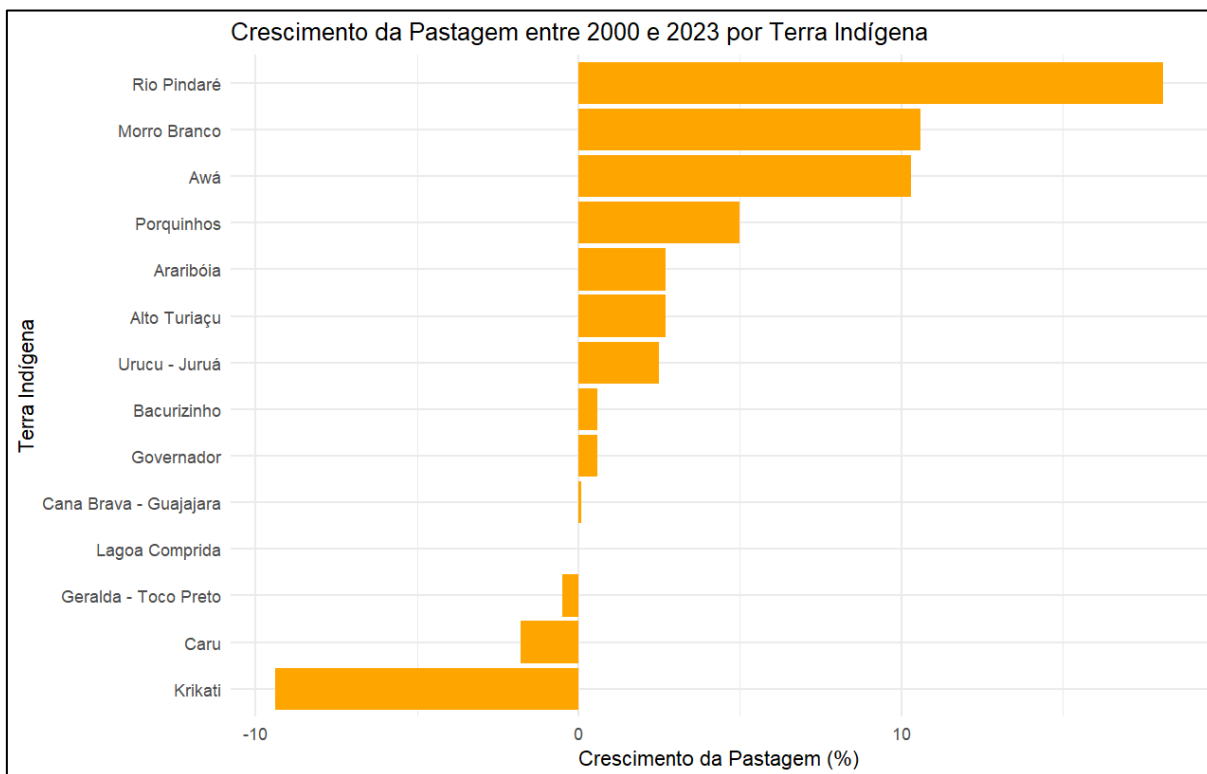
Portanto, os resultados confirmam que as TIs maranhenses, apesar de funcionarem como barreiras parciais à expansão do desmatamento, não estão imunes à pressão externa. Essa dinâmica local está em consonância com os padrões descritos em estudos internacionais: Hansen *et al.* (2013) identificaram que a substituição da vegetação nativa por pastagens é o vetor dominante das mudanças de cobertura em florestas tropicais, enquanto Heredia-R *et al.* (2021) destacam que áreas protegidas sem fiscalização efetiva se tornam *hotspots* de conversão florestal.

Figura 4 - Principal dinâmica do uso da terra nas TIs (MA), 2000-2023



Fonte: MapBiomias, 2023. Elaboração: os autores, 2025.

Figura 5 - Crescimento da pastagem por TI (MA), 2000-2023



Fonte: MapBiomias, 2023. Elaboração: os autores, 2025.

Tal dinâmica reflete problemas estruturais de longa duração, associados à persistente colonização desses territórios. Conforme analisa Silva (2018), essa pressão não se restringe à ação de fazendeiros, mas também envolve a atuação de grupos religiosos e políticos, que contribuem para a intensificação das disputas territoriais. O resultado é duplo: além da redução física do espaço original, verifica-se a erosão cultural e o enfraquecimento de práticas rituais do povo Guajajara (Tenetehara), apontando para uma transformação que afeta simultaneamente a base material e a dimensão simbólica da vida comunitária.

De acordo com matéria publicada pelo portal “O Eco” (2024), baseada em estudo do Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), resultados recentes reforçam esse retrato: o desmatamento na Bacia do Rio Pindaré reduziu a cobertura florestal a menos de 20% da área original, concentrada sobretudo dentro das TIs. Esse panorama evidencia que os fragmentos florestais ainda preservados são resultado direto da proteção indígena, enquanto fora das TIs as alterações ambientais são mais intensas.

Essa dinâmica é reflexo de movimentos de expansão agropecuária acelerada, identificada como o principal motor do desmatamento recente na Amazônia, responsável por até 70% da área desflorestada e fortemente associada à conversão em pastagens (Mongabay, 2023; SciTechDirect, 2024).

Em paralelo, a literatura contemporânea reforça que TIs formalmente reconhecidas apresentam melhor desempenho na conservação florestal e até crescimento de floresta secundária em áreas anteriormente desmatadas (World Economic Forum, 2023). Contudo, pesquisas mais recentes, como a de Virtanen *et al.* (2025), demonstram que esses territórios têm eficácia variável, dependendo da qualidade da governança local, da liderança comunitária e das relações sociais, fatores críticos para a resiliência territorial e o evitamento eficaz do desmatamento.

No contexto dos territórios do Maranhão, esse conjunto de evidências indica um futuro incerto. A crescente pressão sobre as TIs e a fragmentação persistente sugerem que apenas a formalização do território, aliada a estruturas de vigilância comunitária e práticas culturais revitalizadas, pode inverter essa trajetória. Iniciativas recentes de autogestão ambiental, como o projeto “Mãe d’Água: das nascentes à restauração”, liderado por mulheres Guajajara, representam esse esforço emergente e ampliam o horizonte de esperança para a restauração ecológica e cultural do território (ISPN, 2024).

Diante dos resultados apresentados, observa-se um aumento expressivo das classes de pastagem e silvicultura, práticas que refletem diretamente as pressões externas do agronegócio sobre as TIs maranhenses. Tais dinâmicas confirmam a atuação de um modelo econômico baseado na expansão predatória da fronteira agrícola, que historicamente se apoia na apropriação e degradação de territórios coletivos. Souza (2014) já apontava que o agronegócio, ao espoliar e monopolizar terras indígenas, desempenha papel central na consolidação de uma nova hegemonia política no Brasil. Mais recentemente, Azevedo e Giannella (2023), por meio da análise integrada de mapas e bases de dados sobre agricultura, pastagens, silvicultura e TIs, demonstraram como o avanço agropecuário na Amazônia não apenas intensifica os conflitos territoriais, mas também ameaça a preservação ambiental e cultural desses espaços.

Nesse contexto, as queimadas se configuram como um dos principais vetores de alteração do uso e cobertura da terra, geralmente associadas à abertura de áreas para pastagem, agricultura extensiva e renovação de plantios florestais. A literatura regional já oferece evidências consistentes sobre esse fenômeno: Gerude (2013) mapeou focos de queimadas em áreas protegidas, apontando sua relação direta com a pressão fundiária; Masullo e Castro (2015) destacaram não apenas a incidência de incêndios, mas também seus vínculos com as condições socioeconômicas das comunidades indígenas; Costa (2022) concentrou-se nos incêndios florestais no Cerrado maranhense, revelando o papel das políticas públicas insuficientes na contenção das chamas; e, mais recentemente, Farias (2024) analisou as queimadas no bioma amazônico maranhense, enfatizando sua relação com a expansão irregular de atividades agropecuárias.

Essas análises reforçam que as queimadas, longe de serem apenas eventos sazonais, representam um mecanismo estruturante da transformação territorial, utilizado tanto para a expansão da fronteira agropecuária quanto para a consolidação do domínio econômico sobre os territórios indígenas. Estudos como o de Aragão *et al.* (2023) apontam que a intensificação das queimadas na Amazônia tem efeitos sistêmicos: além da perda de cobertura florestal, agravam-se os impactos sobre o clima regional, a biodiversidade e a saúde das populações locais.

Portanto, os resultados obtidos dialogam com uma literatura consolidada que evidencia a atuação de múltiplos agentes na coordenação e operacionalização de ações extensivas de transformação das paisagens naturais, impactando diretamente os modos de vida e a organização sociocultural dos povos originários. No caso do Maranhão, esse processo é agravado pela vulnerabilidade institucional, marcada pela insuficiência de fiscalização ambiental e pela fragilidade das políticas de proteção territorial, o que torna esses territórios espaços particularmente expostos à erosão ambiental e sociocultural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a dinâmica de uso e cobertura da terra nas TIs da Amazônia maranhense entre 2000 e 2023, integrando dados de sensoriamento remoto (MapBiomas), análise estatística descritiva e modelagem longitudinal por GEE. A pesquisa buscou responder a quais classes de uso da terra apresentaram maior expansão ou retração, quais TIs estão sob maior pressão antrópica, e quais são os padrões espaciais e temporais dessas mudanças e suas implicações para a conservação territorial?

Os resultados indicam que, embora a formação florestal permaneça predominante (68,3% da cobertura média), ela sofreu redução contínua (-0,081% ao ano), principalmente convertida em pastagem, cuja expansão foi a mais significativa (+0,0961% ao ano). A TI Rio Pindaré apresentou o maior aumento proporcional de áreas de pastagem, evidenciando sua vulnerabilidade. As classes silvicultura (+0,0017%), outras lavouras temporárias (+0,0004%) e soja (+0,0001%) também registraram crescimento, ainda que em menor escala. Os padrões espaciais mostram concentração dessas transformações em áreas próximas a eixos viários e zonas de fronteira agrícola, revelando que a pressão sobre as TIs não é homogênea, mas seletiva e intensificada por contextos socioeconômicos regionais. Tais evidências demonstram que as TIs funcionam como barreiras relativas à degradação ambiental, mas não estão imunes ao avanço territorial do agronegócio.

Os dados apontam para um cenário de substituição sistemática da vegetação nativa por pastagens e culturas agrícolas, com impactos diretos sobre a biodiversidade, a regulação climática e os modos de vida tradicionais. A análise indica que, embora o crescimento de áreas produtivas possa ser interpretado como positivo sob a ótica econômica, esse processo impõe custos socioambientais significativos, os quais devem ser urgentemente considerados nas políticas públicas e nos instrumentos de planejamento territorial.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que esses territórios, embora desempenhem papel essencial na conservação florestal, não estão imunes à influência do avanço do agronegócio, da exploração

madeira e das queimadas, vetores estruturantes da transformação territorial. Essa constatação reforça o papel das TIs como barreiras parciais ao desmatamento, mas também evidencia sua vulnerabilidade diante de políticas públicas frágeis e da crescente pressão econômica sobre seus limites.

Destaca-se, como ponto positivo, a robustez metodológica do estudo, que integra dados de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem estatística longitudinal, possibilitando análises em múltiplas escalas espaciais e temporais. Essa abordagem combinada permite não apenas detectar mudanças na cobertura da terra, mas também compreender a direção e a magnitude dessas transformações ao longo do tempo, com elevado grau de precisão. Além disso, a triangulação entre dados geoespaciais e estatísticos aumenta a confiabilidade dos resultados e amplia o potencial de replicabilidade em outros contextos territoriais.

Conclui-se, portanto, a necessidade de avançar em três frentes prioritárias: (i) o fortalecimento das políticas de proteção territorial e da governança indígena como estratégias centrais de conservação; (ii) o aprofundamento de análises comparativas com outros biomas e territórios, visando compreender a heterogeneidade dos processos de transformação; e (iii) a incorporação de indicadores socioambientais e culturais nas análises futuras, ampliando a compreensão dos impactos da transformação territorial não apenas na paisagem, mas também na vida e nas práticas tradicionais dos povos indígenas.

Assim, este estudo contribui de forma significativa para o entendimento das pressões antrópicas sobre os territórios dos povos originários e reforça a urgência de políticas públicas integradas que conciliem conservação ambiental, justiça territorial e valorização cultural.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida para a execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A.; SILVESTRINI, R.; GOMES, J.; SAVIAN, G. **Amazônia em chamas: o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia**. Nota Técnica n. 9. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, fevereiro de 2022.
- ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* Amazon fire regimes in the 21st century: drivers, impacts and policy responses. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 4, p. 100-115, 2023.
- ARRUZZO, J.; CUNHA, M.; SANTOS, A. Relações territoriais entre povos indígenas e agronegócio o Brasil: Conflitos e resistências. **Revista Tamoios**, v. 18, n. 1, p. 165-185, 2022. <https://doi.org/10.12957/tamoios.2022.63879>
- ASNER, G. P. *et al.* High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 38, p. 16738-16742, 2010. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004875107>.
- AZEVEDO, J. B.; GIANNELLA, L. C. O avanço do agronegócio sobre Terras Indígenas no Bioma Amazônia: uma proposta metodológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA (ENANPEGE), 15., 2023, Palmas-TO. **Anais** [...]. Palmas: Realize Editora, 2023. p.1-13 Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94532>. Acesso em: 12 fev. 2025.
- BLACKMAN, A.; CORRAL, L.; LIMA, E. S.; ASNER, G. P. Titling indigenous communities protects forests in the Peruvian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 16, p. 4123-4128, 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603290114>.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988.
- BRASIL. **Legislação**. Disponível em: <https://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Brasília, DF. Acesso em: 15 fev. 2025.
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portal de Periódicos da CAPES**. Brasília, DF: CAPES, 2025. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 1 jan 2025.

- CARNEIRO FILHO, A.; SOUZA, O. B. **Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.
- CATUNDA, P. H. A.; DIAS, L. J. B. S. (orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão** – ZEE: etapa Bioma Amazônico. São Luís: IMESC, 2019.
- COSTA, W. de O. **Dinâmica espaço-temporal de incêndios florestais em terras indígenas no Maranhão**. 2022. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro de Ciências Humanas e Letras, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Teresina, 2022.
- FARIAS, J. M. F. **Queimadas na Amazônia Maranhense – análise de 2010 a 2023**. 2024. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Humanas, Curso de Geografia, São Luís, 2024.
- FRIEDL, M. A.; STRAHLER, A. H.; BRODLEY, C. E. Science of land cover change in large-scale contexts. **Remote Sensing of Environment**, v. 70, n. 1, p. 57-68, 1999.
- FUNAI – Fundação Nacional Dos Povos Indígenas. **Terras Indígenas**. Brasília, DF: FUNAI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- GERUDE, R. G. Focos de queimadas em áreas protegidas do Maranhão entre 2008 e 2012. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 16., 2013, Foz do Iguaçu-PR. **Anais** [...]. São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7912-7919. Disponível em: https://dataserver.coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/material3os/2013_Gerude_Focos_XVISBSR_DE3os.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.
- GOOGLE. **Google Earth Engine**. Mountain View, CA: Google, 2025. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: 1 jan. 2025.
- GOOGLE. **Google Scholar**. Mountain View, CA: Google, 2025. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em: 1 jan 2025.
- HANSEN, M. C. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- HARDIN, J. W.; HILBE, J. M. **Generalized Estimating Equations**. 2. ed. New York: Chapman & Hall/CRC, 2012.
- HEREDIA-R., G.; AIDE, T. M.; GRAU, H. R.; ANDRADE-NÚÑEZ, M. J. Drivers of land cover and land use change in indigenous territories of the Amazon: a comparative analysis. **Ambio**, v. 50, p. 1763-1778, 2021.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022: Panorama dos indicadores gerais e indígenas no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2025.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Downloads – Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- ISA – Instituto Socioambiental. **Terras Indígenas**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/>. Acesso em: 3 fev. 2025.
- ISPN – Instituto Sociedade, População e Natureza. **No Maranhão, mulheres indígenas e brigadistas voluntários mapeiam nascentes e reflorestam margens de igarapés**. Brasília: ISPN, 2024. Disponível em: <https://ispn.org.br/noticia/no-maranhao-mulheres-indigenas-e-brigadistas-voluntarios-mapeiam-nascentes-e-reflorestam-margens-de-igarapes/>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- JORGE, M. C. O. O papel das comunidades locais, sua importância e os novos desafios acerca da sustentabilidade ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (orgs.). **Geoturismo, geodiversidade e geoconservação**. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2018. p. 51-80.
- KAIOWÁ, A. A. G. **Decolonialismo Indígena**. 3. ed. São Paulo: Matrioska Editora, 2023.
- KERN, A. A. Fronteira/fronteiras: conceito polissêmico, realidades complexas. **História e Diversidade**, v. 8, n. 1, p. 10019, 2016.
- LIANG, K. Y.; ZEGER, S. L. Longitudinal data analysis using generalized linear models. **Biometrika**, v. 73, n. 1, p. 13-22, 1986. <https://doi.org/10.1093/biomet/73.1.13>.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. São Paulo: MapBiomas, 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 1 jan. 2025.

MASULLO, L. J.; CASTRO, R. Aspectos socioeconômicos e a incidência de queimadas nas terras indígenas do estado do Maranhão. **Revista Geografar (UFPR)**, v. 10, p. 112-139, 2015.

MICROSOFT CORPORATION. **Office**. Redmond, WA: Microsoft, 2025. Disponível em: <https://www.office.com/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MIRANDA, M. C. **Às margens da Colônia: problemas e vulnerabilidades indígenas no Maranhão Colonial (1614-1750)**. 2024. Monografia (Licenciatura em História) – Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Educação, Ciências Exatas e Naturais, Curso de Licenciatura em História, São Luís, 2024.

MONGABAY. **Expansão da agropecuária e o impacto sobre as florestas amazônicas: relatório especial**. São Paulo: Mongabay Brasil, 2023. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

NOLTE, C.; AGRAWAL, A.; SILVIUS, K. M.; SOARES-FILHO, B. S. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 13, p. 4956-4961, 2013. <https://doi.org/10.1073/pnas.1214786110>.

O ECO. Reportagens **Indígenas conservam floresta que protege rio de 600 km no Maranhão**. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/indigenas-conservam-floresta-que-protege-rio-de-600-km-no-maranhao/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

PORTELA, J.; MENEZES JÚNIOR, J.; SILVA, M. Marco temporal: o projeto político do agronegócio e a ameaça aos direitos dos povos indígenas. **Serv. Soc. Soc.**, v. 147, n. 3, p. 1-22, 2024. <https://doi.org/10.1590/0101-6628.418>.

POSIT TEAM. **RStudio Desktop** (versão 2025). Posit Software, 2025. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Desktop**. QGIS.org, 2025. Disponível em: <https://qgis.org/download/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

ROCHA, A. E. et al. Flora do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão. In: CATUNDA, P. A.; DIAS, L. J. B. S. (orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão – ZEE: etapa Bioma Amazônico**. São Luís: IMESC, 2019. p. 391-413.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Edutira da USP, 2023.

SAUER, S.; PINTO, F. C. Natureza e espaço geográfico – Conceitos Geográficos: Território. In: SAUER, S.; PINTO, F. C. **Sociedade, Natureza e Espaço Geográfico**. 2016. p. 121-123.

SCHMIDT, M.; MORAN, E.; CARVALHO, L. Dinâmicas socioecossistêmicas em territórios indígenas da Amazônia: uma abordagem integrada. **Ecology and Society**, v. 20, n. 4, p. 45-62, 2015.

SCIELO – Scientific Electronic Library Online. **SciELO Brasil**. São Paulo: FAPESP, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 1 jan 2025.

SCITECHDIRECT. **Pecuária extensiva como vetor do desmatamento na Amazônia: síntese de evidências recentes**. Amsterdam: Science and Technology Direct, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

SILVA, E. G. **Os Tenetehara e seus rituais: um estudo etnográfico na Terra Indígena Pindaré**. 2018. Dissertação (Mestrado em Cartografia Social e Política na Amazônia) – Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Cartografia Social e Política na Amazônia, São Luís, 2018.

SILVA, G.; PUREZA, M. G. B. A demarcação de terras indígenas na Amazônia Legal. **Revista NUPEM, Campo Mourão**, v. 11, n. 22, p. 43-53, 2019.

SILVA, P. V. **Equações de estimação para dados com medidas repetidas em mais de um fator**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUZA, J. G. A questão indígena: acumulação por espoliação e monopolização do território (A economia política do agronegócio). **Prim@ Facie**, UFPB, v. 12, n. 2, p. 1-42, 2014.

SOUZA, M. L. **Ambientes e territórios: uma introdução à ecologia política**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

VIRTANEN, P.; WALKER, R.; PERZ, S.; SCHMINK, M. Variable effectiveness of Indigenous territories in avoiding deforestation across the Amazon. **Communications Earth & Environment**, v. 6, n. 174, 2025. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02174-8>.

WEF - World Economic Forum. **Indigenous land rights protect the Amazon rainforest**. Genebra: WEF, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/stories/2023/06/indigenous-land-rights-protect-amazon-rainforest/>. Acesso em: 20 maio 2025.

WOODCOCK, C. E. et al. Free access to Landsat imagery. **Science**, v. 320, p. 385, 2008.

ZEE – MA/IMESC – MA - **Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos**. São Luís, MA: Governo do Estado do Maranhão, 2019. Disponível em: <http://zee.ma.gov.br/>. Acesso em: 1 fev. 2025.

Recebido em: 21/08/2025

Aceito para publicação em: 17/11/2025