



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS**

**CAMPUS PALMAS**

**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**MAÍSA LISSANDRA NASCIMENTO SOUZA DA SILVA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO MUNICÍPIO  
DE PARAÍSO DO TOCANTINS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO**

**PALMAS**

**2026**

**MAÍSA LISSANDRA NASCIMENTO SOUZA DA SILVA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO MUNICÍPIO  
DE PARAÍSO DO TOCANTINS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia  
Agrônômica do Instituto Federal do Tocantins  
– *Campus* Palmas, como exigência à obtenção  
do grau de bacharel em Engenharia  
Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Machado Carneiro

**PALMAS**

**2026**

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

---

S586a Silva, Maisa Lissandra Nascimento Souza  
ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO  
MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO TOCANTINS POR MEIO DE  
SENSORIAMENTO REMOTO / Maísa Lissandra Nascimento Souza Silva.  
– Palmas, TO, 2026.  
50 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus  
Palmas, Palmas, TO, 2026.

Orientador: Dr. Bruno Machado Carneiro

1. Uso e cobertura da terra. 2. Sensoriamento remoto. 3. Pecuária. I.  
Carneiro, Bruno Machado. II. Título.

**CDD 630**

---

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

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



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

**MAISA LISSANDRA NASCIMENTO SOUZA DA SILVA**

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA EXPANSÃO DA PECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO  
TOCANTINS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO

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

Aprovado em: 10 de junho de 2026

**BANCA AVALIADORA**

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

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

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



Documento assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana, Coordenador**, em 10/06/2026, às 12:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thomas Vieira Nunes, Servidor**, em 10/06/2026, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruno Machado Carneiro, Servidor**, em 10/06/2026, às 14:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3211008** e o código CRC **3F227932**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

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

Referência: Processo nº 23236.012464/2026-48

SEI nº 3211008

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder força, saúde e determinação para superar os desafios enfrentados ao longo desta jornada.

Aos meus pais, João Batista da Silva Junior e Alexandra Nascimento Souza, minha eterna gratidão por todo amor, apoio e cuidado ao longo desta caminhada. Obrigada por todos os sacrifícios feitos por mim, muitas vezes abrindo mão de sonhos e necessidades próprias para proporcionar o melhor aos seus filhos. Agradeço também por acreditarem em mim e por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos.

Às minhas irmãs, Maria Luiza Nascimento e Carmem Daniela Nascimento, à minha avó, Maria Carmelita Emiliano, e a toda minha família, expresso minha sincera gratidão pelo carinho, apoio e incentivo durante toda essa trajetória.

Ao Luan, agradeço pelo companheirismo, cuidado e apoio ao longo desta trajetória, pela paciência, pelos ensinamentos e por todo apoio nos momentos mais difíceis. Sua presença, incentivo e compreensão foram fundamentais durante essa caminhada.

Aos meus amigos e colegas, Karollyne, João Felipe e Naiara, agradeço por tornarem os meus dias mais leves e divertidos, mesmo estando distantes. Obrigado pelo carinho, pela amizade e por sempre se fazerem presentes nos momentos importantes dessa caminhada.

E, por fim, aos professores e profissionais do IFTO Campus Palmas, meu agradecimento pelo compromisso com a educação e por acreditarem no seu poder transformador. Cada um de vocês, à sua maneira, contribuiu para que eu chegasse até aqui.

Pois Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre! Amém.

Romanos 11:36

## RESUMO

O presente trabalho analisou as mudanças no uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins, entre 2014 e 2024, utilizando técnicas de geoprocessamento e correlação espacial de uso e cobertura com apoio dos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da iniciativa MapBiomass. O estudo teve como objetivo compreender a dinâmica espaço-temporal do uso da terra e modificação da paisagem, com ênfase na expansão das atividades agropecuárias e nas transformações territoriais associadas ao avanço do agronegócio na região composta por áreas dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, denominada MATOPIBA. A pesquisa foi desenvolvida por meio de abordagem quantitativa e exploratória, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas em ambiente SIG no software QGIS. Os resultados evidenciaram a permanência da classe Pastagem como principal forma de uso da terra no município, embora tenha ocorrido redução gradual dessas áreas em decorrência da expansão agrícola, especialmente relacionada ao cultivo da soja e de outras lavouras temporárias. Foi possível observar também crescimento expressivo das áreas agrícolas, associado ao fortalecimento do agronegócio no estado do Tocantins e à consolidação do MATOPIBA como importante fronteira agrícola nacional. Os remanescentes de vegetação nativa permaneceram presentes no território municipal, principalmente nas classes Formação Savânica e Formação Florestal, embora sujeitos às pressões decorrentes da intensificação das atividades agropecuárias. Além disso, verificou-se crescimento do efetivo bovino nos últimos anos da série histórica, evidenciando a permanência da pecuária como importante atividade econômica local. É possível concluir que o município de Paraíso do Tocantins vem passando por um processo contínuo de reorganização espacial e intensificação produtiva, marcado pela modernização das atividades agropecuárias e pelas transformações na paisagem rural.

**Palavras-chave:** Uso e cobertura da terra. Sensoriamento remoto. Geoprocessamento. Pecuária. MATOPIBA. Paraíso do Tocantins.

## ABSTRACT

This study analyzed changes in land use and land cover in the municipality of Paraíso do Tocantins between 2014 and 2024, using geoprocessing techniques and spatial correlation of land use and land cover with the support of data from the National Institute for Space Research (INPE) and the MapBiomias initiative. The study aimed to understand the spatio-temporal dynamics of land use and landscape modification, with emphasis on the expansion of agricultural activities and territorial transformations associated with the advancement of agribusiness in the region composed of areas of the states of Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia, known as MATOPIBA. The research was developed through a quantitative and exploratory approach, using geoprocessing and remote sensing techniques applied in a GIS environment using QGIS software. The results showed the persistence of the Pasture class as the main form of land use in the municipality, although there was a gradual reduction in these areas due to agricultural expansion, especially related to the cultivation of soybeans and other temporary crops. It was also possible to observe significant growth in agricultural areas, associated with the strengthening of agribusiness in the state of Tocantins and the consolidation of MATOPIBA as an important national agricultural frontier. Remnants of native vegetation remained present in the municipal territory, mainly in the Savanna Formation and Forest Formation classes, although subject to pressures resulting from the intensification of agricultural activities. Furthermore, an increase in the cattle herd was observed in the last years of the historical series, highlighting the continued importance of livestock farming as a local economic activity. It is possible to conclude that the municipality of Paraíso do Tocantins has been undergoing a continuous process of spatial reorganization and productive intensification, marked by the modernization of agricultural activities and transformations in the rural landscape.

**Keywords:** Land use and land cover. Remote sensing. Geoprocessing. Livestock farming. MATOPIBA. Paraíso do Tocantins.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1</b> - Evolução do efetivo bovino no município de Paraíso do Tocantins (2014-2024).....     | 41 |
| <b>Figura 1</b> - Localização e abrangência do MATOPIBA.....                                            | 18 |
| <b>Figura 2</b> - Localização do município de Paraíso-TO.....                                           | 22 |
| <b>Figura 3</b> - Localização geográfica e limite territorial do município de Paraíso – TO.....         | 23 |
| <b>Figura 4</b> - Declividade do Município de Paraíso do Tocantins – 2026.....                          | 17 |
| <b>Figura 5</b> - Hipsometria do Município de Paraíso do Tocantins – 2026.....                          | 28 |
| <b>Figura 6</b> - Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2014..... | 30 |
| <b>Figura 7</b> - Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2019..... | 31 |
| <b>Figura 8</b> - Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2024..... | 33 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1</b> - Evolução das classes de uso e cobertura da terra em Paraíso do Tocantins - 2014, 2019 e 2024..... | 34 |
| <b>Quadro 2</b> - Variação das principais classes entre 2014 e 2024.....                                            | 35 |
| <b>Quadro 3</b> - Interpretação das principais transformações territoriais observadas entre 2014 e 2024.....        | 37 |
| <b>Quadro 4</b> - Efetivo do rebanho bovino no município de Paraíso do Tocantins entre 2014 e 2024.....             | 39 |

## SUMÁRIO

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                  | 11 |
| 2. DESENVOLVIMENTO .....                                             | 13 |
| 2.1 Revisão de Literatura .....                                      | 13 |
| 2.1.1 Uso e cobertura da terra.....                                  | 13 |
| 2.1.2 Sensoriamento remoto aplicado ao uso e cobertura da terra..... | 14 |
| 2.1.3 Bases de dados geoespaciais.....                               | 15 |
| 2.1.4 Análise multitemporal no estudo do uso da terra.....           | 16 |
| 2.1.5 Matopiba.....                                                  | 17 |
| 2.1.6 Expansão da pecuária no Brasil.....                            | 19 |
| 2.1.7 Uso e cobertura da terra no Tocantins.....                     | 20 |
| 2.1.8 Paraíso do Tocantins.....                                      | 21 |
| 3. METODOLOGIA .....                                                 | 23 |
| 3.1 Aquisição e tratamento dos dados.....                            | 23 |
| 3.2 Processamento e análise dos dados.....                           | 25 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                     | 26 |
| 4.1. Levantamento da Declividade e Hipsometria.....                  | 26 |
| 4.2 Dinâmica Espacial do Uso e Cobertura da Terra.....               | 28 |
| 4.2.1 Distribuição das classes em 2014.....                          | 28 |
| 4.2.2 Distribuição das classes em 2019.....                          | 30 |
| 4.2.3 Distribuição das classes em 2024.....                          | 32 |
| 4.2.4 Variação temporal das classes de uso e cobertura da terra..... | 34 |
| 4.2.5 Interpretação territorial das mudanças.....                    | 37 |
| 4.3 Expansão pecuária e transformação da paisagem.....               | 39 |
| 5. CONCLUSÃO .....                                                   | 42 |
| REFERÊNCIAS .....                                                    | 43 |

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina no cenário mundial. A atividade pecuária ocupa extensas áreas do território nacional, com maior concentração nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sul do país (McManus et al., 2016; Pereira et al., 2018; Maranhão et al., 2019). Nas últimas décadas, a expansão da pecuária bovina tem se consolidado como um dos principais fatores que impulsionam o desenvolvimento econômico brasileiro, contribuindo significativamente para o crescimento do agronegócio (Silveira et al., 2022).

O agronegócio representa aproximadamente 22% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, sendo que a pecuária responde por cerca de 5,1% do PIB total. Com um rebanho estimado em 197 milhões de cabeças e mais de 160 milhões de hectares destinados a pastagens, o Brasil é atualmente responsável por cerca de 21% da oferta global de carne bovina e deve alcançar aproximadamente 28% das exportações mundiais até 2033, segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2025). Além da sua relevância econômica, a atividade pecuária também desempenha um importante papel social, uma vez que contribui para a geração de empregos e renda em diversas regiões do país.

A utilização intensiva de áreas de pastagem, frequentemente sem a adoção de práticas adequadas de manejo e conservação do solo, pode resultar na degradação ambiental, ocasionando perda da fertilidade do solo, processos erosivos e diminuição da biodiversidade local (Galdino et al., 2015). Além disso, a ampliação das áreas destinadas à pecuária tem sido associada ao avanço do desmatamento em importantes biomas brasileiros, como a Amazônia e o Cerrado, intensificando os impactos ambientais decorrentes dessa atividade (Galdino et al., 2015; Cherubin et al., 2021).

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil em extensão territorial. De acordo com a proposta de regionalização natural do IBGE (2025), sua área total é de aproximadamente 2.004.422,7 km<sup>2</sup>, valor obtido por meio da soma das extensões de seus dez domínios naturais e de suas áreas de transição. O Cerrado é reconhecido por abrigar elevada biodiversidade, apresentando grande riqueza florística e elevado número de espécies endêmicas, características que o tornam particularmente vulnerável às transformações decorrentes da expansão agropecuária.

As mudanças no uso e cobertura da terra no estado do Tocantins demonstram a intensificação de processos relacionados à ampliação das áreas destinadas à agricultura, pecuária e à urbanização. Essas transformações foram identificadas por meio de análises multitemporais realizadas na região hidrográfica Tocantins-Araguaia (Bernardino; Ribeiro, 2023).

As informações relacionadas ao uso e à cobertura da terra podem ser observadas diretamente por meio de imagens obtidas por sensoriamento remoto, uma vez que essas imagens permitem visualizar e identificar os diferentes elementos representados espacialmente. A partir dessas informações, é possível elaborar mapas temáticos que evidenciam a distribuição espacial das distintas formas de ocupação e intervenção humana na paisagem.

O município de Paraíso do Tocantins, localizado no estado do Tocantins, apresenta significativa participação na atividade pecuária regional. De acordo com dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponíveis no SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática, o município possuía, em 2021, um efetivo de aproximadamente 107.272 (cento e sete mil duzentas e setenta e duas) cabeças de bovinos. Esses números evidenciam a relevância da pecuária para a economia local e para a dinâmica de uso da terra, uma vez que a atividade demanda extensas áreas destinadas à formação de pastagens.

Apesar da relevância econômica da pecuária no município, ainda são limitados os estudos que avaliam espacialmente as transformações no uso e cobertura da terra associadas à expansão dessa atividade ao longo do tempo.

Este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica de expansão da pecuária no município de Paraíso do Tocantins, considerando as transformações no uso e cobertura da terra associadas à ampliação das áreas de pastagem. Para isso, serão utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e bases de dados geoespaciais para investigar a evolução da pecuária no período de 2014 a 2024, avaliando as modificações espaciais ocorridas no território. Assim, o estudo busca contribuir para a compreensão das mudanças no uso da terra, fornecendo subsídios ao planejamento territorial e à gestão sustentável dos recursos naturais no município.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Revisão de Literatura**

#### **2.1.1 Uso e cobertura da terra**

A cobertura da terra está diretamente associada aos elementos naturais ou artificiais presentes na superfície terrestre. Identificados por meio de imagens de sensoriamento remoto, esses elementos registram as características físicas da paisagem sem representar, de maneira direta, as ações antrópicas. Para transpor essa limitação interpretativa, o uso da terra deve ser entendido como "a forma pela qual o espaço geográfico é ocupado e transformado pelo homem e suas atividades" (IBGE, 2013).

Essa dinâmica envolve "tanto a maneira pela qual os atributos biofísicos da terra são manipulados quanto a intenção subjacente a essa manipulação" (Turner; Meyer; Skole, 1994). Desse modo, a análise geográfica exige a decodificação de padrões de reflectância, textura, estrutura e forma. É essa investigação metodológica que permite ao pesquisador correlacionar os dados físicos observados e inferir o real uso da terra a partir da cobertura terrestre identificada.

As mudanças no uso e na cobertura da terra, resultantes de ações antrópicas relacionadas à exploração de recursos naturais e à substituição de áreas florestais por atividades agropecuárias, têm provocado transformações expressivas na paisagem. Esse processo tem modificado áreas anteriormente caracterizadas pelo predomínio de florestas tropicais, evidenciando impactos significativos sobre a dinâmica ambiental e territorial (Sousa et al., 2017).

De acordo com Jansen (2002), as alterações na cobertura e no uso da terra ocorrem de duas maneiras principais. A primeira corresponde à conversão de uma categoria para outra, como a substituição da cobertura florestal por áreas de pastagem. A segunda forma está relacionada ao manejo, correspondendo às mudanças ocorridas dentro da própria categoria de uso, como áreas que passam de pequenos campos agrícolas para agricultura irrigada.

As alterações no uso e na cobertura da terra apresentam relevantes implicações ambientais em diferentes escalas espaciais. Em nível global, essas transformações representam um dos principais vetores das mudanças ambientais contemporâneas, sendo marcadas,

sobretudo, pela conversão de ecossistemas naturais em áreas destinadas a atividades antrópicas, como agricultura, pecuária e expansão urbana (Liu et al., 2025).

As transformações na paisagem estão associadas a diversos impactos ecológicos, incluindo a perda de biodiversidade, alterações nos ciclos biogeoquímicos e mudanças climáticas em múltiplas escalas espaciais e temporais (Saeed et al., 2025). Em escala global, o desmatamento impulsionado pela expansão de commodities agrícolas intensifica a emissão de gases de efeito estufa (IPCC, 2019). Já em escala regional, as mudanças climáticas influenciam o balanço de energia e os padrões de precipitação, promovendo alterações tanto na quantidade de chuvas quanto em sua distribuição espacial e temporal (Kim; Min, 2025).

No contexto brasileiro, a expansão das atividades agropecuárias tem sido apontada como um dos principais fatores de transformação do uso da terra, estando associada a impactos ambientais como degradação do solo e perda de biodiversidade (Galdino et al., 2015; Cherubin et al., 2021).

### **2.1.2 Sensoriamento remoto aplicado ao uso e cobertura da terra**

O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite a obtenção de imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pelos alvos. Segundo Florenzano (2007), essa técnica possibilita a coleta de informações sem a necessidade de contato direto com o objeto de estudo. Jensen (2009), um dos principais autores da área, define o sensoriamento remoto como a arte e a ciência de obtenção de informações sobre objetos sem contato físico direto.

A aplicação do sensoriamento remoto possibilita o acompanhamento de diversos fenômenos ambientais, como o desmatamento e as alterações no uso e na cobertura da terra ao longo do tempo. Além disso, essa ferramenta favorece a realização de análises multitemporais da paisagem, permitindo compreender melhor as dinâmicas espaciais e os processos de transformação ambiental (Florenzano, 2007; Jensen, 2009).

A análise integrada do uso e cobertura da terra possibilita a identificação de padrões espaciais da paisagem, contribuindo para a compreensão de sua organização e fornecendo subsídios para a gestão dos recursos naturais, a partir da interpretação das dinâmicas associadas à cobertura terrestre (Costa Araújo et al., 2007).

Para a identificação das mudanças no uso e cobertura da terra, é fundamental a comparação de imagens adquiridas de uma mesma localidade em diferentes períodos. Nesse sentido, o conhecimento sobre a condição do uso e cobertura da terra torna-se uma informação essencial para a avaliação de aspectos sociais e ambientais, bem como para o planejamento e a gestão dos recursos naturais (Farina, 2006).

Em conformidade com Coelho et al. (2014), o monitoramento do uso e da cobertura da terra por meio de técnicas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem se mostrado fundamental para a avaliação das mudanças na paisagem. Essas ferramentas possibilitam analisar e quantificar alterações no uso e cobertura da terra, como a conversão de áreas de pastagem em áreas agrícolas, além de identificar intervenções antrópicas no meio ambiente. Dessa forma, contribuem para a elaboração de estratégias eficientes voltadas ao planejamento sustentável e à conservação dos recursos naturais.

### **2.1.3 Bases de dados geoespaciais**

Os dados geoespaciais correspondem a informações associadas a uma referência espacial, utilizadas para representar fenômenos localizados na superfície terrestre. Esses dados relacionam cada entidade ou ocorrência a uma localização específica na Terra por meio de um Sistema Geodésico de Referência (SGR), em determinado instante temporal, utilizando tecnologias de levantamento, mapeamento e sensoriamento remoto, incluindo sistemas globais de posicionamento por satélite (Sampaio & Brandalize, 2018).

Em ambiente digital, os dados geoespaciais podem ser representados nos formatos vetorial ou matricial (raster). No modelo vetorial, as informações espaciais são estruturadas a partir de coordenadas que representam pontos, linhas e polígonos, permitindo maior detalhamento das entidades geográficas. Já no formato matricial, os dados são organizados em grades compostas por linhas e colunas, cujas interseções formam células denominadas pixels, responsáveis pelo armazenamento dos valores das variáveis observadas (Borges, 2002; Bossle, 2016).

No Brasil, a estruturação de bancos de dados geoespaciais é normatizada pelo Decreto nº 6.666/2008, que institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), responsável por estabelecer diretrizes, normas e padrões para o tratamento, a avaliação e o armazenamento de dados geoespaciais oficiais. Entre os principais documentos normativos destacam-se o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB, 2021) e as Especificações Técnicas para

Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV, 2017). Também se destacam as Especificações Técnicas para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (Exército Brasileiro, 2015) e as Especificações Técnicas para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (Exército Brasileiro, 2016).

Essas normas visam padronizar a produção de informações geoespaciais, assegurando a adoção de parâmetros metodológicos consistentes, referenciais geodésicos compatíveis e critérios de controle de qualidade. Dessa forma, possibilita-se a integração e o uso conjunto de dados provenientes de diferentes instituições em um mesmo projeto, garantindo maior confiabilidade e interoperabilidade das informações (Brasil, 2008; Perfil MGB, 2021; ET-EDGV, 2017).

Além do arcabouço normativo, no campo teórico, a aplicação adequada de dados geoespaciais no planejamento e na inteligência territorial requer a compreensão do conceito de território. Segundo Castro et al. (2000) e Raffestin (1993), o território é entendido a partir das relações de poder estabelecidas em um determinado espaço.

A análise das condições territoriais em suas dimensões social, política, econômica e ambiental permite a identificação de problemáticas e a definição de estratégias que contribuam para o planejamento e a mitigação de impactos, visando o alcance de objetivos futuros (Dallabrida, 2020).

#### **2.1.4 Análise multitemporal no estudo do uso da terra**

As análises multitemporais constituem um campo de pesquisa amplamente utilizado no sensoriamento remoto, permitindo avaliar diferentes dinâmicas espaciais, como processos de urbanização, catástrofes naturais e outras alterações na paisagem. Essas análises possibilitam identificar mudanças na superfície terrestre a partir da comparação de imagens de uma mesma área obtidas em diferentes períodos (Jianya et al., 2008; Beltrame et al., 2009)

A análise da estrutura da paisagem a partir dos fragmentos e das classes de uso e cobertura da terra tem sido amplamente empregada em estudos temporais com imagens de satélite e fotografias aéreas. Essa abordagem permite identificar alterações ocorridas na paisagem em decorrência das diferentes formas de ocupação do território, contribuindo para a compreensão das mudanças ambientais e fornecendo subsídios para ações de planejamento territorial (Soares Filho, 1998).

Segundo Rosa (2001), a análise temporal do uso e ocupação da terra possibilita acompanhar a evolução dos padrões de organização do espaço geográfico, contribuindo para a compreensão dos impactos ambientais decorrentes das diferentes formas de uso do território.

O uso de geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento, torna-se fundamental para a realização de análises multitemporais e mapeamentos das mudanças na paisagem. O Sensoriamento Remoto possibilita o acesso a dados históricos e recentes da superfície terrestre, enquanto o Geoprocessamento oferece ferramentas de análise espacial que auxiliam na interpretação das transformações territoriais (Seabra; Silva, 2011).

### **2.1.5 Matopiba**

O MATOPIBA ocupa uma área equivalente à soma dos territórios da Alemanha e da Polônia, abrangendo 31 microrregiões e 337 municípios distribuídos em aproximadamente 73 milhões de hectares (Miranda et al., 2014b), conforme apresentado na Figura 1. O Cerrado constitui o bioma predominante da região, caracterizado pela ocorrência de duas estações climáticas bem definidas: uma estação seca, entre maio e outubro, e uma estação chuvosa nos demais meses do ano, com índices pluviométricos variando entre 800 mm e 2.000 mm anuais (Bolfe et al., 2016; Eiten, 1994).



Apesar dessas limitações, a pecuária mantém papel estratégico na economia regional, sendo responsável por aproximadamente 9% da produção pecuária nacional (IBGE, 2025b; Teixeira Neto et al., 2019).

O Tocantins, um dos principais estados que compõem o MATOPIBA, consolidou-se em 2023 como uma das principais potências agropecuárias do país. Segundo o Tocantins Rural (2024), a agropecuária estadual apresentou crescimento de 25,6% no referido ano, posicionando o estado entre os maiores avanços do agronegócio brasileiro. Esse desempenho evidencia a importância estratégica da agropecuária para o fortalecimento da economia regional e para o desenvolvimento econômico estadual.

### **2.1.6 Expansão da pecuária no Brasil**

De acordo com Freitas e Barros (2021, p. 2), o desenvolvimento da pecuária brasileira pode ser compreendido a partir de dois principais modelos produtivos. O primeiro corresponde ao sistema extensivo, caracterizado pela alimentação do rebanho predominantemente em pastagens naturais ou cultivadas e pela expansão da atividade sobre áreas anteriormente não ocupadas. O segundo refere-se ao sistema intensivo, baseado no uso de pastagens associadas à suplementação nutricional, confinamento e técnicas de manejo mais eficientes, proporcionando maior produtividade animal.

A pecuária brasileira tem sido historicamente caracterizada pela expansão para áreas de vegetação nativa, especialmente na Amazônia e no Cerrado. Entre 1985 e 2020, houve uma redução de 44,53 milhões de hectares de floresta amazônica, enquanto as pastagens aumentaram em 38,10 milhões de hectares (Silveira et al., 2022, p. 6). Essa expansão resultou em grandes extensões de áreas de pastagem no bioma Amazônia, gerando externalidades ambientais na região (Freitas; Barros, 2021, p. 3). Como consequência, esse modelo produtivo apresenta baixa densidade animal por hectare, devido à utilização de grandes extensões de terra e ao predomínio do sistema extensivo.

Segundo Luna e Klein (2023), aproximadamente 40% do rebanho bovino brasileiro está concentrado em propriedades com menos de dez animais. Em contrapartida, estabelecimentos com mais de 500 cabeças concentram cerca de 44% do rebanho nacional. Essa distribuição evidencia desigualdades regionais e estruturais na pecuária brasileira, observadas, por exemplo, na diferença entre os rebanhos médios dos estados de Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, que apresentam médias de 356 e 44 cabeças por propriedade, respectivamente.

### 2.1.7 Uso e cobertura da terra no Tocantins

O conhecimento sobre o uso e a cobertura da terra é fundamental para compreender a organização espacial e as transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações. De forma sintética, a expressão “uso da terra ou uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 2007).

No contexto do Tocantins, a análise do uso e cobertura da terra torna-se fundamental para compreender as transformações territoriais decorrentes da expansão das atividades agropecuárias. Essas mudanças podem ser identificadas por meio de técnicas de sensoriamento remoto e análise espacial, permitindo avaliar a dinâmica de ocupação do território e seus impactos ambientais (Rosa, 2007; Florenzano, 2007; Bernardino; Ribeiro, 2023).

O Tocantins, criado em 1988, possui área territorial aproximada de 277.720,5 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). O estado apresenta predominância de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos que, apesar das limitações naturais relacionadas à acidez e à baixa fertilidade, possuem potencial para o desenvolvimento de atividades agropecuárias quando submetidos a práticas adequadas de manejo e correção do solo (Lima et al., 1999).

O Estado também apresenta um clima tropical, marcado por uma alternância bem definida entre estação chuvosa e estação seca. A temperatura média anual é de 24,9 °C, variando entre 23,9 °C e 27,7 °C, enquanto a precipitação média anual totaliza aproximadamente 1.643 mm, dos quais cerca de 85% ocorrem no período chuvoso. Essas condições climáticas são particularmente favoráveis ao desenvolvimento das principais culturas agrícolas anuais no estado (COLLICCHIO; ROCHA, 2022).

O relevo do Tocantins é predominantemente formado por depressões e planícies, com altitudes variando entre 360 e 600 metros, favorecendo a mecanização agrícola. Os principais tipos de solos encontrados no estado incluem Latossolos, Plintossolos e Cambissolos, que apresentam boa profundidade e drenagem. Mesmo com limitações naturais de fertilidade, esses solos possuem elevada aptidão agrícola quando manejados adequadamente (Caderno de Caracterização, 2021). Tais condições naturais têm contribuído para a crescente inserção do

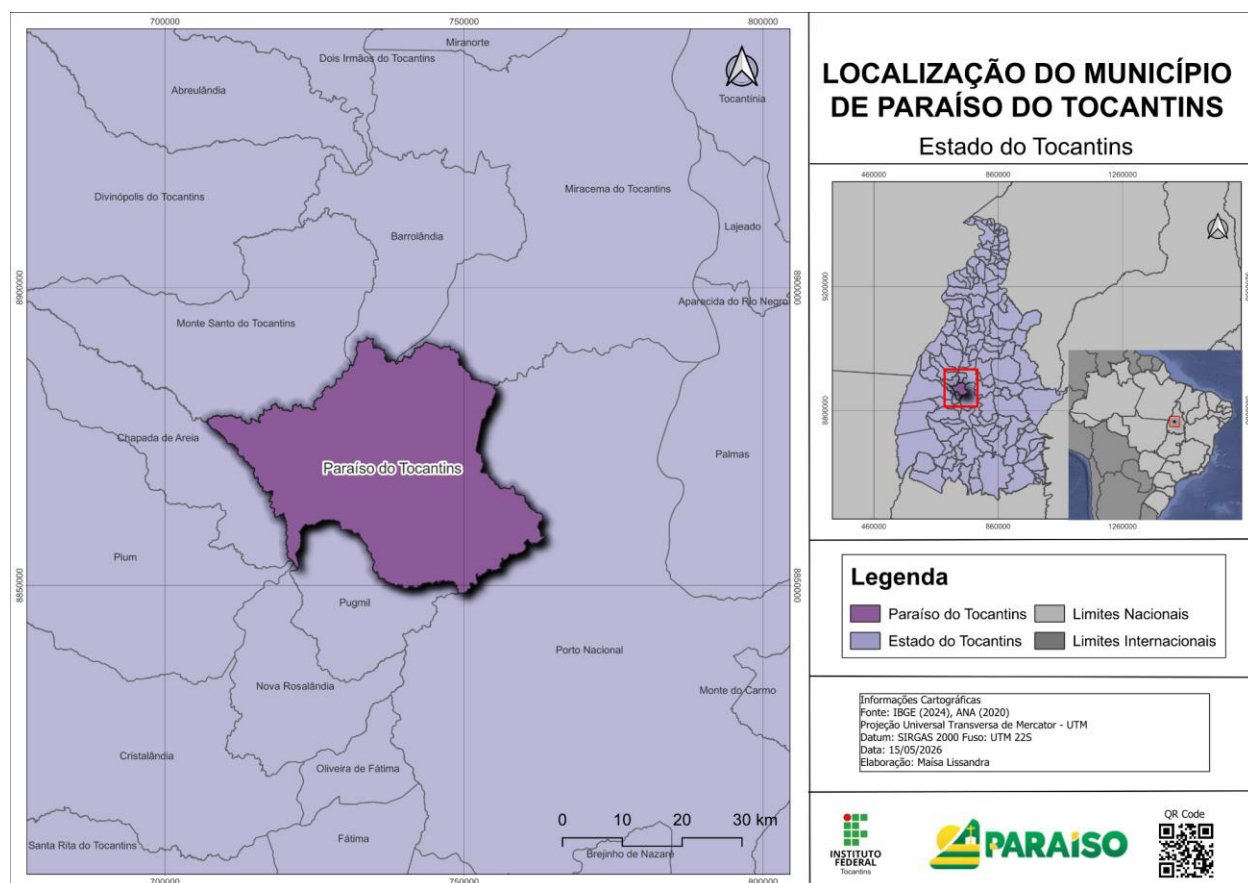
estado no cenário agrícola nacional, especialmente na produção de grãos, como a soja, e na integração com os principais mercados do MATOPIBA.

### **2.1.8 Paraíso do Tocantins**

O processo de formação do município de Paraíso do Tocantins está diretamente relacionado à construção da rodovia BR-153, anteriormente denominada BR-14 ou Belém–Brasília. A ocupação inicial da área ocorreu no final da década de 1950, período em que José Ribeiro Torres se estabeleceu nas proximidades do acampamento da Companhia Nacional, empresa responsável pelas obras da rodovia. A partir desse núcleo inicial, formou-se um povoado impulsionado pela chegada de novos moradores atraídos pelas oportunidades geradas pela construção da estrada.

Segundo a Prefeitura Municipal de Paraíso do Tocantins, o nome “Paraíso” foi atribuído em referência às características naturais da região, marcadas pelos córregos Pernada e Buriti, pela Serra do Estrondo e pela vegetação típica do Cerrado.

O município está localizado na região central do estado do Tocantins, a aproximadamente 63 km da capital, Palmas (Figura 2). O crescimento urbano de Paraíso do Tocantins ocorreu de maneira acelerada em decorrência da implantação da rodovia, contribuindo para um processo de expansão urbana pouco planejado. Conforme Silveira et al. (2006), essa dinâmica ocasionou a remoção da cobertura vegetal e o aumento da impermeabilização do solo, promovendo alterações na dinâmica ambiental urbana (Silveira; Mendonça, 2009).

**Figura 2:** Localização do município de Paraíso-TO

Fonte: Autor (2026).

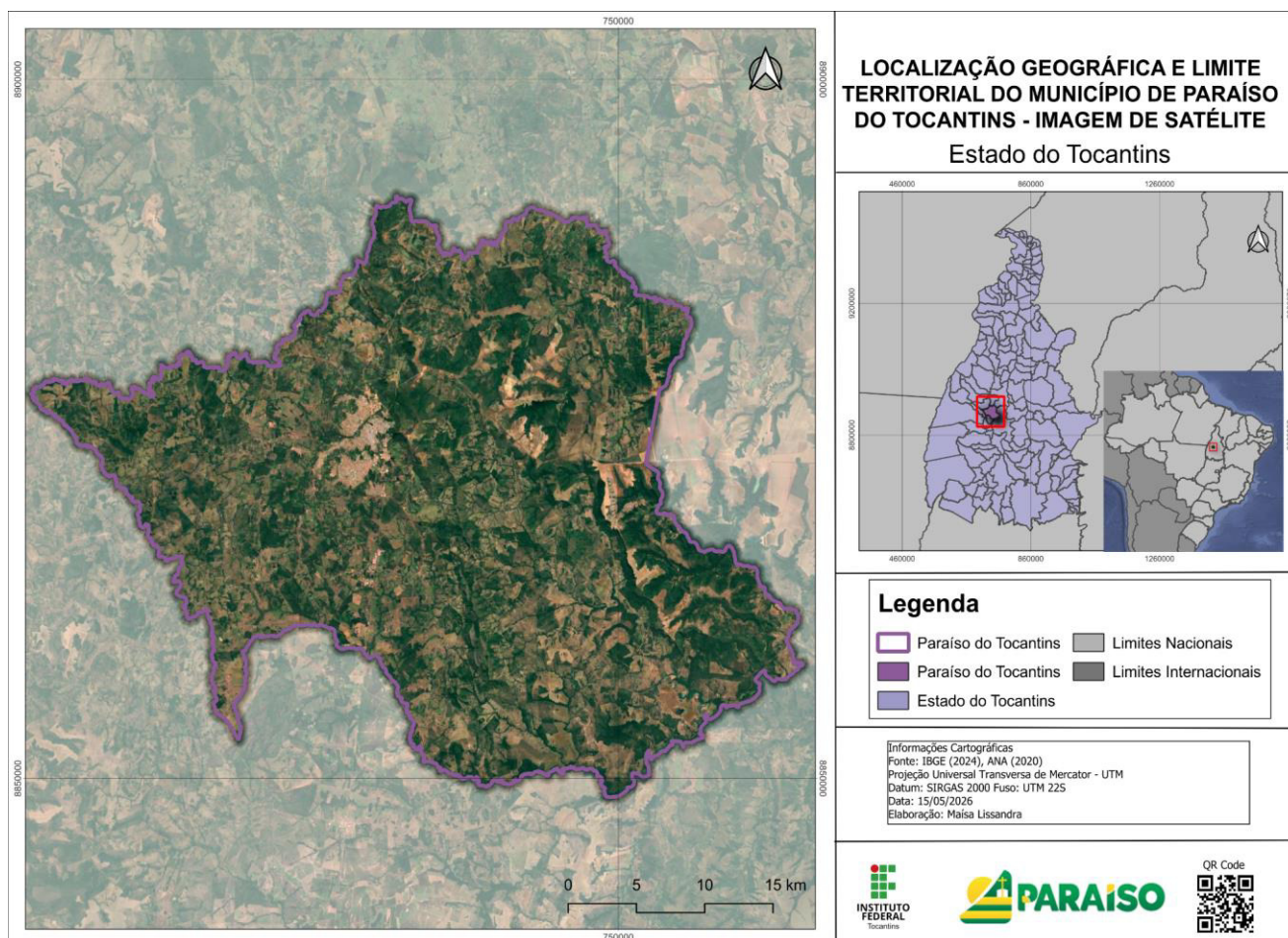
De acordo com a classificação climática de Wladimir Köppen (1948), o município apresenta clima do tipo Aw, caracterizado como tropical típico, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. A região apresenta temperaturas médias variando entre 18 °C e 37 °C, além de precipitação pluviométrica anual média de aproximadamente 1.832 mm (INMET, 2021).

O município de Paraíso do Tocantins também se destaca regionalmente como um importante polo do agronegócio, exercendo influência nas atividades agrícolas e pecuárias. Na agricultura, sobressaem-se os cultivos de soja, cana-de-açúcar e milho, enquanto, na pecuária, destaca-se a bovinocultura. Em razão dessa relevância econômica, o município abriga empreendimentos frigoríficos, centros de distribuição, agroindústrias, além de concessionárias de máquinas e implementos agrícolas e estabelecimentos comerciais voltados ao suporte das atividades do setor agropecuário (Sodré, 2022).

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem quantitativa e exploratória, com foco na análise multitemporal do uso e cobertura da terra. O estudo foi conduzido no município de Paraíso (Figura 3), situado na região central do Tocantins, dentro do bioma Cerrado.

**Figura 3** - Localização geográfica e limite territorial do município de Paraíso – TO, com base em imagem de satélite



Fonte: Autor (2026).

O recorte temporal de 2014 a 2024 foi definido com o objetivo de analisar as mudanças mais atuais no município, em um período marcado por alterações relevantes.

#### 3.1 Aquisição e tratamento dos dados

Os dados utilizados foram obtidos por meio da Coleção 10.1 do MapBiomias, acessada na plataforma Google Earth Engine (GEE). A base de dados do MapBiomias foi selecionada por sua ampla utilização em estudos de monitoramento ambiental e análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra no Brasil, além de apresentar padronização metodológica e cobertura

temporal contínua. Foram extraídas as imagens raster correspondentes aos mapas anuais de uso e cobertura da terra, já recortadas para os limites do município de Paraíso do Tocantins. A análise compreendeu o período de 2014 a 2024, com o objetivo de identificar as dinâmicas espaço-temporais do uso e cobertura da terra no município.

Além dos mapas de uso e cobertura da terra, foram utilizadas bases cartográficas auxiliares para subsidiar a elaboração dos produtos temáticos e as análises espaciais desenvolvidas na pesquisa. As malhas territoriais referentes aos limites municipais do estado do Tocantins e do território brasileiro foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As bases cartográficas internacionais foram adquiridas por meio do catálogo de metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), disponibilizadas no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

As imagens foram importadas para o software QGIS, versão 3.34.15 (2023), onde foi aplicado o estilo oficial da Coleção 10.1 para garantir a padronização visual das classes de uso. Em seguida, foi realizado a conversão dos dados raster em vetores (polígonos), utilizando a ferramenta de poligonização nativa do QGIS. Após a vetorização, os dados foram reprojutados para o sistema SIRGAS 2000 / UTM Zona 22S, adequado à localização geográfica do município.

Com a base vetorial consolidada e projetada corretamente, procedeu-se ao cálculo das áreas ocupadas por cada classe, em hectares, por meio da ferramenta de cálculo de geometria do QGIS.

Para a elaboração do mapa hipsométrico, foi utilizado o plugin OpenTopography, integrado ao QGIS, a partir do Modelo Digital de Superfície (DSM) Copernicus Global DSM 30m, com resolução espacial de 30 metros. A partir desse modelo, foi gerado o mapa de declividade mediante a aplicação das ferramentas de análise de terreno disponíveis no software. Posteriormente, os intervalos de declividade foram classificados em seis classes, conforme a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979), amplamente empregada em estudos geomorfológicos, pedológicos e de aptidão agrícola no Brasil.

As classes selecionadas para análise refletem aspectos ecológicos e produtivos relevantes para a região, baseando-se na Coleção 10.1 do MapBiomass. As classes temáticas selecionadas para análise compreenderam:

- **Formação Florestal** (Código 3) – vegetação nativa do tipo florestal;
- **Formação Savânica** (Código 4) – vegetação nativa típica do Cerrado;
- **Silvicultura** (Código 9) - áreas de cultivo florestal;
- **Campo Alagado e Área Pantanosa** (Código 11) - áreas úmidas sujeitas ao alagamento;
- **Formação Campestre** (Código 12) - vegetação nativa predominantemente herbácea;
- **Pastagem** (Código 15) – áreas com predominância de gramíneas para criação animal;
- **Área Urbana** (Código 24) - áreas com ocupação urbana e infraestrutura antrópica.
- **Outras Áreas não Vegetadas** (Código 25) - áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal;
- **Rio, Lago e Oceano** (Código 33) - corpos hídricos superficiais;
- **Soja** (Código 39) – áreas destinadas especificamente ao cultivo de soja;
- **Outras Lavouras Temporárias** (Código 41) - cultivos temporários distintos da soja;

A simbologia utilizada nos mapas temáticos foi padronizada conforme a legenda do MapBiomas, garantindo clareza e consistência visual na representação dos dados ao longo da série temporal.

### 3.2 Processamento e análise dos dados

O processamento dos dados envolveu etapas de preparação, padronização e modelagem estatística. Inicialmente, após a vetorização das classes de uso e cobertura da terra, os dados foram organizados em tabelas contendo as áreas ocupadas por cada classe temática no período de 2014 a 2024. As variáveis de área foram convertidas para uma unidade comum (hectares), e os dados foram sistematizados em planilhas eletrônicas, respeitando a sequência cronológica da série temporal analisada. Esse procedimento possibilitou a análise comparativa da dinâmica espaço-temporal das classes selecionadas ao longo do período estudado.

Após a organização dos dados, foram elaborados gráficos e tabelas comparativas com o objetivo de facilitar a visualização das mudanças ocorridas nas classes de uso e cobertura da terra ao longo da série temporal. Esses recursos possibilitaram identificar tendências de

aumento, redução e permanência das classes analisadas, contribuindo para a compreensão da dinâmica espacial do município.

A análise dos resultados foi realizada de forma descritiva e comparativa, considerando tanto os aspectos quantitativos quanto espaciais das transformações observadas. Os mapas temáticos produzidos permitiram interpretar a distribuição territorial das classes de uso e cobertura da terra, possibilitando compreender os processos de expansão agropecuária e transformação da paisagem no município de Paraíso do Tocantins.

Ademais, os resultados obtidos foram discutidos com base em estudos relacionados à dinâmica do uso da terra no Cerrado, à expansão agropecuária no MATOPIBA e às transformações territoriais observadas no estado do Tocantins. Dessa forma, o estudo teve como objetivo relacionar as alterações identificadas no município com os processos regionais de intensificação das atividades agrícolas e pecuárias.

Para complementar a análise, também foram utilizados dados referentes ao efetivo bovino do município, obtidos por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), permitindo relacionar as mudanças observadas nas áreas de pastagem com a dinâmica da atividade pecuária ao longo do período analisado.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

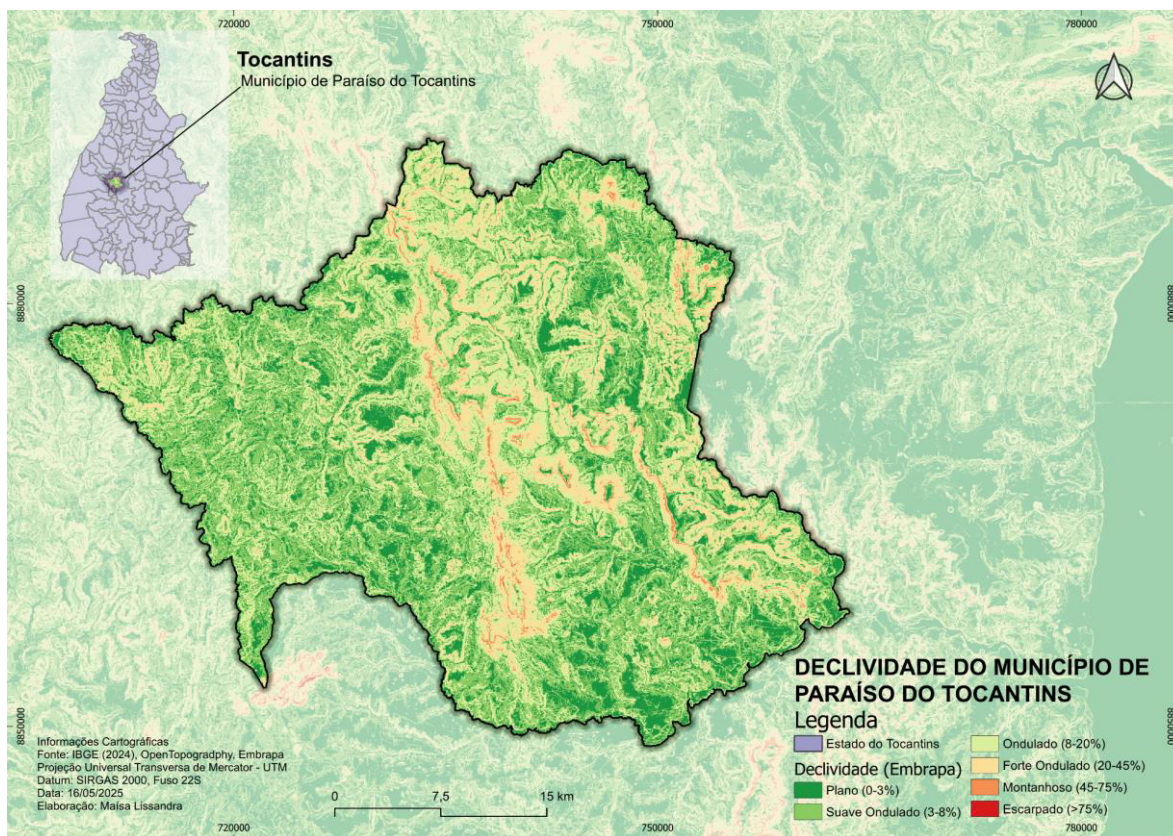
### **4.1. Levantamento da Declividade e Hipsometria**

Para justificar a predominância e a expansão das áreas de pastagem no município de Paraíso do Tocantins, os mapas de declividade (Figura 4) e hipsometria (Figura 5) evidenciam a forte influência das características geomorfológicas locais sobre o uso e ocupação do solo. O relevo do município apresenta predominância de áreas com declividades entre 0% e 20%, abrangendo classes planas, suave onduladas e onduladas.

Embora essas condições permitam determinadas atividades agrícolas, a irregularidade topográfica observada em parte do território limita a operacionalização mecanizada em larga escala, principalmente em áreas com maior ondulação do terreno. Nesse contexto, a atividade pecuária apresenta maior adaptação às condições naturais do relevo, especialmente em áreas de baixa declividade, reduzindo a necessidade de intervenções corretivas mais intensivas para adequação do terreno às operações agrícolas. Segundo Ab'Saber (2003), as pastagens

brasileiras ocupam predominantemente áreas de relevo aplainado, com declividades entre 0% e 8%.

**Figura 4 – Declividade do Município de Paraíso do Tocantins - 2024.**

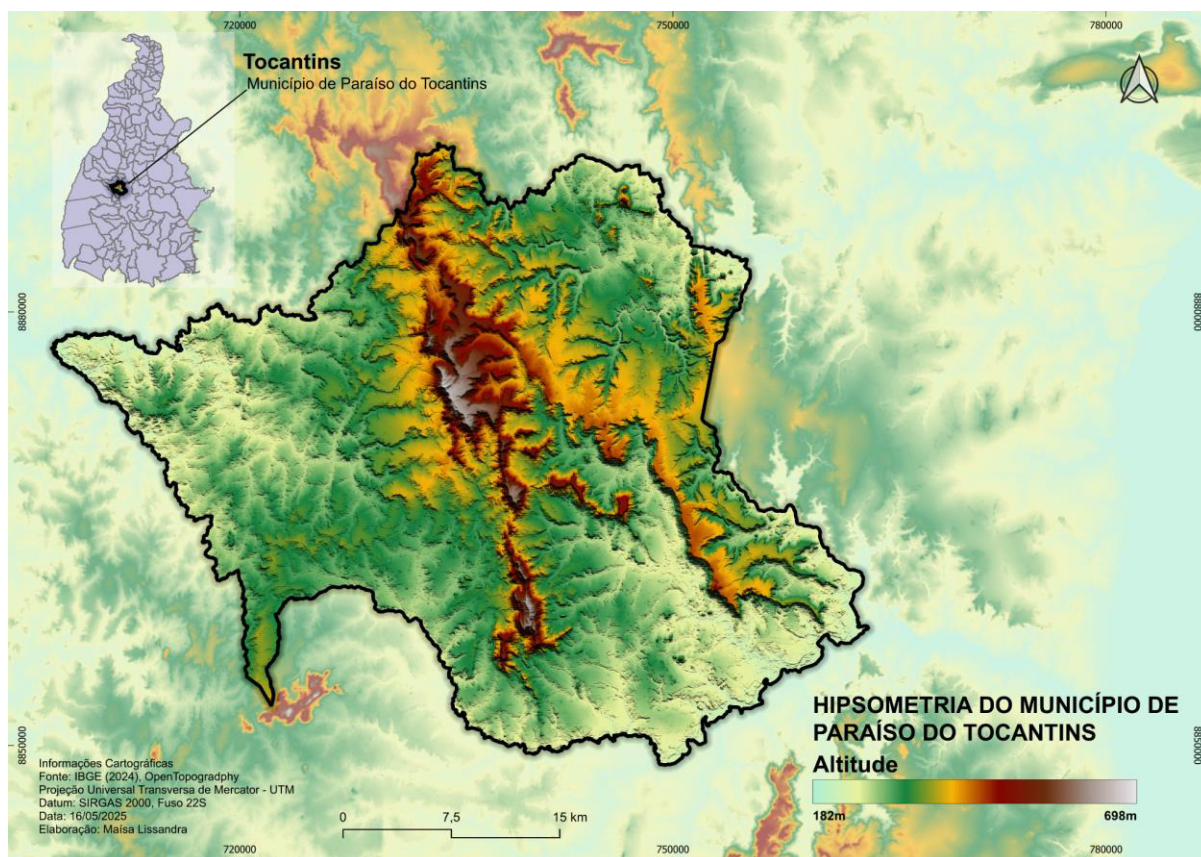


Fonte: Autor (2026).

Complementando a análise geomorfológica, o levantamento hipsométrico (Figura 5) evidencia variação altimétrica significativa no município, com menores cotas distribuídas nas áreas periféricas e maiores altitudes concentradas na região central, onde ocorre a presença de formas de relevo associadas a platôs e áreas mais elevadas.

Essa configuração geomorfológica influencia diretamente a aptidão de uso da terra, uma vez que terrenos com maiores variações altitudinais e declividades mais acentuadas tendem a apresentar maior limitação para mecanização agrícola contínua, favorecendo a consolidação das áreas de pastagem no município.

Figura 5 – Hipsometria do Município de Paraíso do Tocantins - 2024.



Fonte: Autor (2026).

## 4.2 Dinâmica Espacial do Uso e Cobertura da Terra

Para a compreensão da dinâmica territorial no município de Paraíso do Tocantins, foram elaborados mapas temáticos (Figuras 6,7 e 8) com base nos dados do MapBiomas (Coleção 10.1), referentes aos anos de 2014, 2019 e 2024. As Figuras 6 a 8 apresentam a distribuição espacial das principais classes de uso e cobertura da terra no município, permitindo visualizar as alterações ocorridas ao longo do período analisado.

### 4.2.1 Distribuição das classes em 2014

No ano de 2014, a configuração espacial do município de Paraíso do Tocantins apresentava forte predominância das áreas destinadas à pastagem, evidenciando a relevância histórica da pecuária na organização territorial e econômica do município. A distribuição dessa classe ocorria de forma ampla e contínua em praticamente todo o território municipal, demonstrando o elevado grau de consolidação das atividades pecuárias na paisagem rural local.

A predominância das pastagens também apresenta relação direta com as características geomorfológicas do município, especialmente em áreas de relevo plano a suavemente ondulado, que favorecem a utilização extensiva da terra para criação bovina. Essas condições contribuem para a ocupação contínua das áreas rurais por atividades pecuárias, reduzindo limitações operacionais relacionadas à mecanização agrícola intensiva.

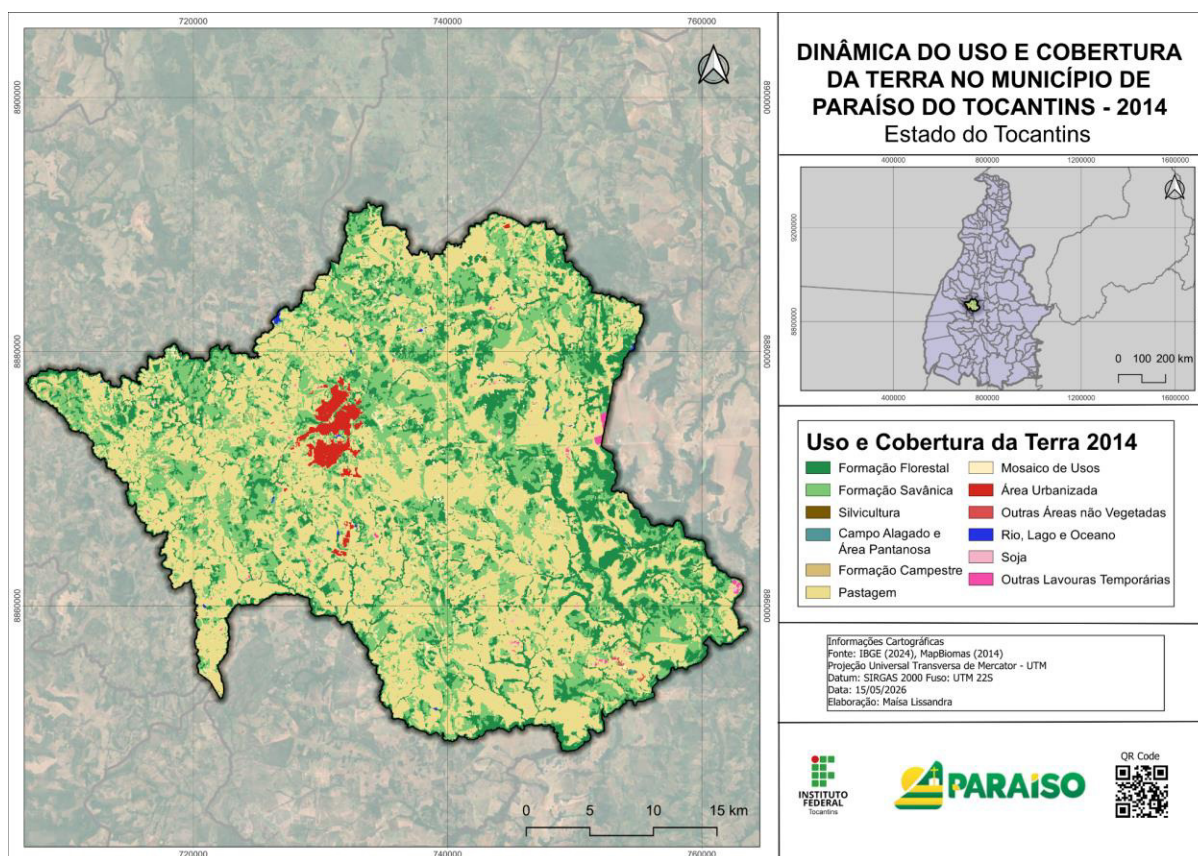
Em associação às áreas antropizadas, foi possível observar a presença de remanescentes significativos de vegetação nativa do Cerrado, especialmente representados pelas classes Formação Savânica e Formação Florestal. Essas áreas encontravam-se concentradas principalmente nas porções leste e sudeste do município, acompanhando setores menos intensamente ocupados e áreas próximas à rede de drenagem. A permanência desses fragmentos demonstra que, apesar da forte ocupação agropecuária, ainda existiam áreas relativamente conservadas na paisagem municipal.

As atividades agrícolas apresentavam menor representatividade espacial no período analisado, ocorrendo de forma pontual e dispersa. As áreas destinadas ao cultivo de soja e outras lavouras temporárias ainda ocupavam pequenas parcelas do território, indicando que a agricultura mecanizada não apresentava, naquele momento, a mesma intensidade observada em períodos posteriores.

A ocupação urbana permanecia concentrada predominantemente na região central do município, correspondente à sede urbana de Paraíso do Tocantins, enquanto as áreas associadas aos corpos hídricos e ambientes úmidos desempenhavam importante papel ecológico na manutenção da dinâmica hidrológica local.

O cenário observado em 2014 evidencia uma paisagem fortemente marcada pela consolidação das atividades pecuárias, pela ampla ocupação das áreas de pastagem e pela coexistência entre áreas produtivas e remanescentes de vegetação nativa do Cerrado.

**Figura 6** – Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2014.



Fonte: Autor (2026).

#### 4.2.2 Distribuição das classes em 2019

No ano de 2019, é possível observar intensificação das transformações espaciais relacionadas ao uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins, evidenciando mudanças progressivas na organização produtiva do território. Embora a classe Pastagem permanecesse predominante na paisagem municipal, verificou-se redução de sua distribuição espacial em comparação ao cenário de 2014, indicando possíveis processos de reorganização do uso da terra.

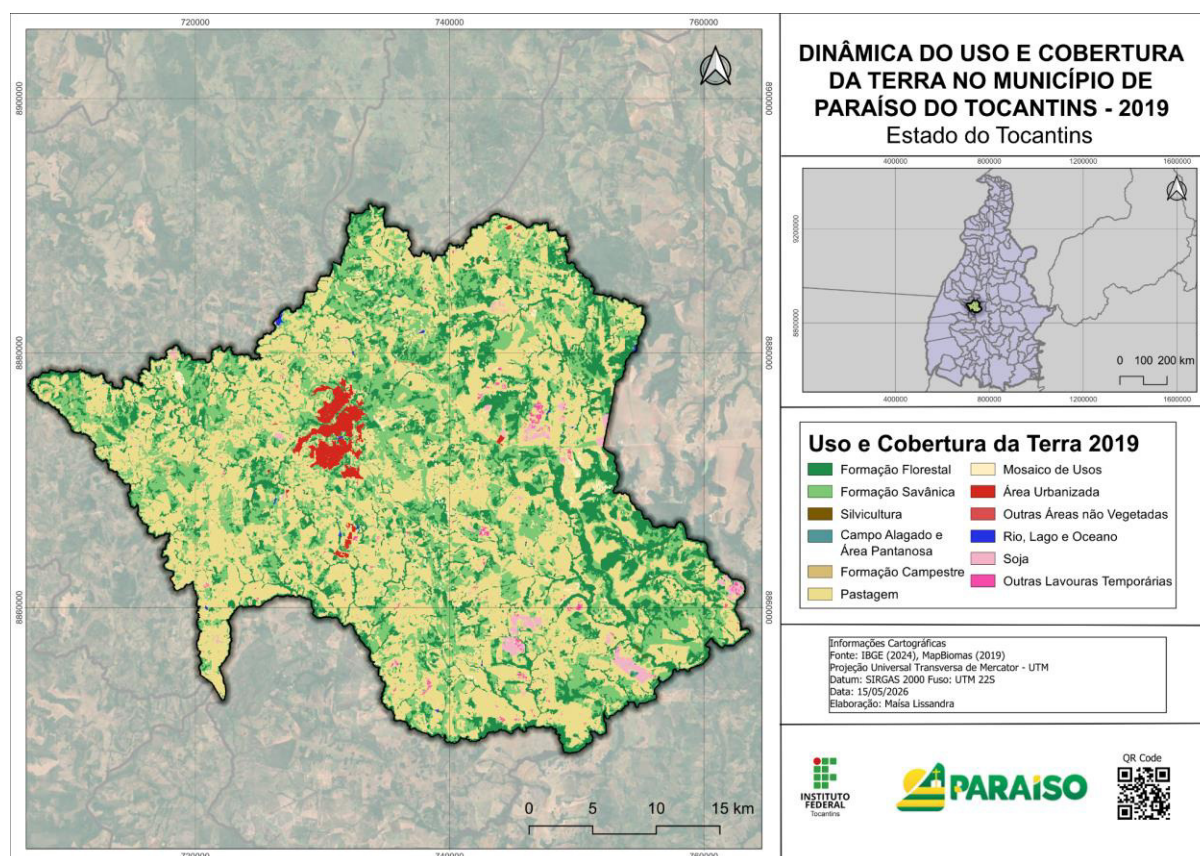
Paralelamente, ocorreu expansão mais significativa das áreas agrícolas, especialmente relacionadas ao cultivo de soja e outras lavouras temporárias. Essas áreas passaram a apresentar maior continuidade espacial e distribuição mais evidente em setores anteriormente ocupados predominantemente por atividades pecuárias. Esse comportamento demonstra avanço gradual da agricultura mecanizada no município e maior inserção de Paraíso do Tocantins nas dinâmicas produtivas associadas ao MATOPIBA (SODRÉ, 2022).

A expansão agrícola observada no período está diretamente relacionada às transformações econômicas ocorridas no estado do Tocantins nas últimas décadas, marcadas pelo fortalecimento do agronegócio e pela crescente valorização das commodities agrícolas no Cerrado brasileiro (SODRÉ, 2022).

Mesmo diante da intensificação das atividades produtivas, os remanescentes de vegetação nativa ainda permaneciam distribuídos em áreas menos antropizadas do município, principalmente em setores associados à rede hidrográfica e às áreas de relevo relativamente mais conservado. Essas formações naturais desempenham importante papel ambiental na manutenção da biodiversidade e da dinâmica hidrológica regional.

O cenário de 2019 evidencia uma paisagem em processo de transformação, caracterizada pela coexistência entre atividades pecuárias consolidadas, expansão agrícola e permanência de fragmentos de vegetação nativa (Figura 7).

**Figura 7** – Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2019.



Fonte: Autor (2026).

#### 4.2.3 Distribuição das classes em 2024

Em 2024, foi possível observar a consolidação das transformações territoriais observadas ao longo da série temporal analisada, evidenciando intensificação das atividades agropecuárias e fortalecimento da agricultura mecanizada no município de Paraíso do Tocantins.

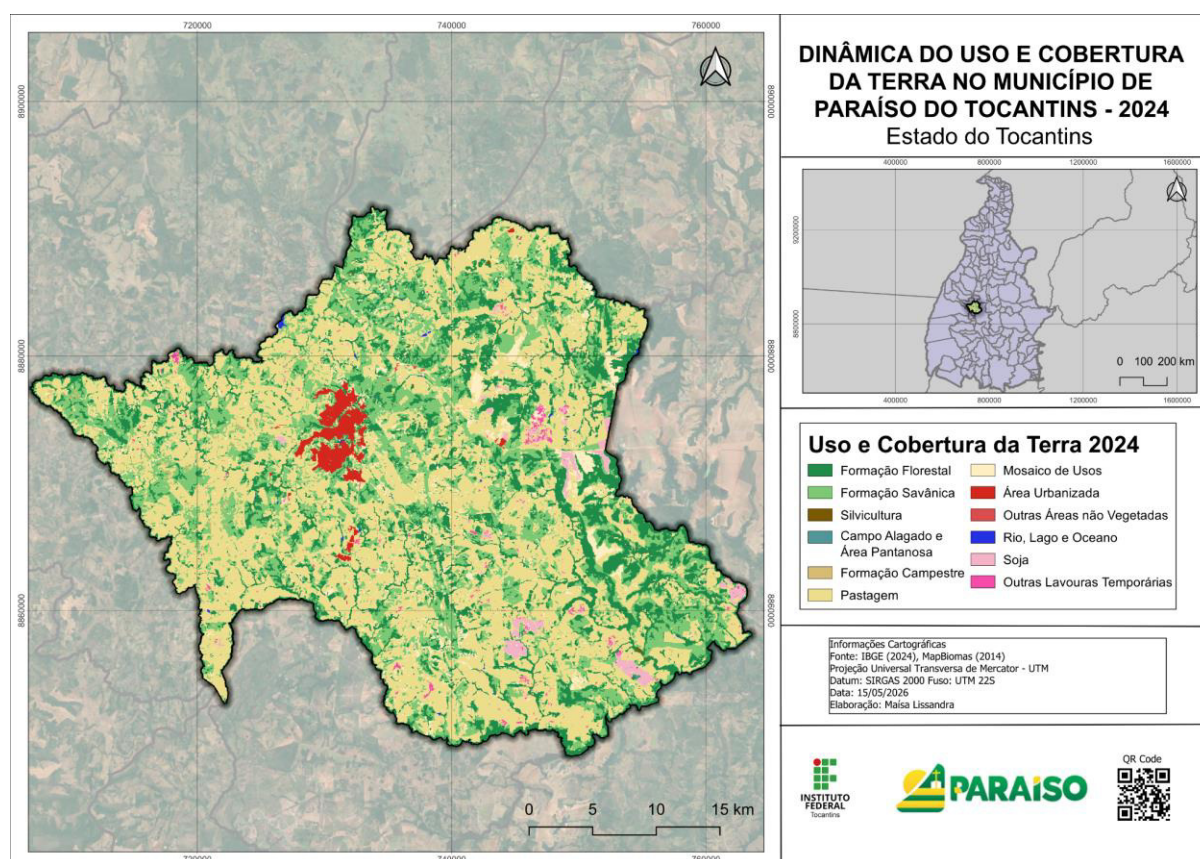
Embora a pastagem permanecesse como principal classe de uso e cobertura da terra, sua distribuição espacial passou a coexistir com áreas agrícolas mais extensas e contínuas, especialmente relacionadas ao cultivo da soja. Esse comportamento evidencia a reorganização produtiva do território e a maior integração do município às dinâmicas do agronegócio regional, impulsionadas pela modernização agropecuária, mecanização agrícola e fortalecimento das cadeias produtivas vinculadas ao MATOPIBA.

Os remanescentes de vegetação nativa ainda permanecem presentes em parcelas importantes do território municipal, especialmente em áreas menos intensamente ocupadas pelas atividades produtivas. Entretanto, a redução de determinadas formações naturais evidencia pressões decorrentes da ampliação das áreas antropizadas e das transformações no uso da terra.

A expansão moderada da área urbana demonstra continuidade do crescimento da sede municipal, acompanhando o fortalecimento econômico regional e a consolidação das atividades agropecuárias no município.

O cenário de 2024 evidencia uma paisagem marcada pela intensificação produtiva, reorganização territorial e fortalecimento das atividades agropecuárias, refletindo processos característicos das transformações espaciais observadas no Cerrado e na região do MATOPIBA (Figura 8).

**Figura 8** – Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins – 2024.



Fonte: Autor (2026).

A análise espacial dos mapas temáticos permitiu identificar mudanças importantes na distribuição das classes de uso e cobertura da terra ao longo da série temporal analisada. Com o objetivo de sintetizar quantitativamente essas transformações, o quadro 1 apresenta a evolução das principais classes de uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins entre os anos de 2014, 2019 e 2024.

**Quadro 1** – Evolução das classes de uso e cobertura da terra em Paraíso do Tocantins – 2014, 2019 e 2024

| Classe de uso e cobertura da terra | 2014 (ha) | 2019 (ha) | 2024 (ha) |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Pastagem                           | 66.538,7  | 62.756,6  | 63.089,3  |
| Formação Savânica                  | 36.478,9  | 32.739,3  | 33.272,4  |
| Formação Florestal                 | 22.117,0  | 23.556,5  | 24.359,5  |
| Soja                               | 102,1     | 1.466,3   | 1.422,1   |
| Outras Lavouras Temporárias        | 249,5     | 645,4     | 683,4     |
| Área Urbana                        | 1.629,0   | 1.950,7   | 1.943,1   |
| Rio, Lago e Oceano                 | 105,8     | —         | —         |
| Campo Alagado/Área Pantanosa       | 32,9      | —         | —         |

Fonte: Autor (2026).

A análise comparativa entre 2014 e 2024 evidencia que as transformações territoriais observadas em Paraíso do Tocantins não ocorreram apenas pela expansão isolada de determinadas classes de uso da terra, mas por um processo de reorganização produtiva do território. Embora a pastagem permaneça como a classe predominante, houve redução de 3.449,4 ha no período, equivalente a uma diminuição relativa de 5,2%.

Em contrapartida, as áreas agrícolas apresentaram crescimento expressivo, especialmente a soja, que passou de 102,1 ha para 1.422,1 ha, representando aumento de 1.320 ha. Esse comportamento indica uma reorganização do uso da terra, marcada pela expansão da agricultura mecanizada e pela possível substituição parcial de áreas anteriormente ocupadas por pastagens, processo associado às transformações territoriais e produtivas intensificadas após a consolidação dos eixos de integração regional no Cerrado (DNIT, 2009; NASCIMENTO, 2011).

#### 4.2.4 Variação temporal das classes de uso e cobertura da terra

A análise temporal das classes de uso e cobertura da terra entre os anos de 2014 e 2024 evidencia importantes transformações na dinâmica territorial do município de Paraíso do

Tocantins. As alterações que são observadas ao longo da série histórica demonstram mudanças associadas à intensificação das atividades agropecuárias, especialmente relacionadas ao avanço da agricultura mecanizada e à reorganização das áreas tradicionalmente ocupadas pela pecuária.

**Quadro 2** – Variação das principais classes entre 2014 e 2024

| <b>Classe</b>               | <b>2014 (ha)</b> | <b>2024 (ha)</b> | <b>Variação absoluta (ha)</b> | <b>Variação relativa (%)</b> | <b>Tendência</b>     |
|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Pastagem                    | 66.538,7         | 63.089,3         | -3.449,4                      | -5,2%                        | Redução              |
| Formação Savânica           | 36.478,9         | 33.272,4         | -3.206,5                      | -8,8%                        | Redução              |
| Formação Florestal          | 22.117,0         | 24.359,5         | +2.242,5                      | +10,1%                       | Aumento              |
| Soja                        | 102,1            | 1.422,1          | +1.320,0                      | +1.292,9%                    | Forte expansão       |
| Outras Lavouras Temporárias | 249,5            | 683,4            | +433,9                        | +173,9%                      | Expansão             |
| Área Urbana                 | 1.629,0          | 1.943,1          | +314,1                        | +19,3%                       | Crescimento moderado |

Fonte: Autor (2026).

| <b>Indicador</b>      | <b>Fórmula</b>                                                                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Variação absoluta     | Área em 2024 – Área em 2014                                                         |
| Variação relativa (%) | $[(\text{Área em 2024} - \text{Área em 2014}) \div \text{Área em 2014}] \times 100$ |

Fonte: Autor (2026).

Os dados apresentados no quadro 2 mostram que a classe Pastagem permaneceu como principal forma de uso da terra no município ao longo de todo o período analisado. Entretanto, é possível verificar a redução de aproximadamente 3.449,4 hectares entre 2014 e 2024, correspondendo a uma diminuição relativa de 5,2%. Esse comportamento sugere possíveis

processos de reorganização produtiva do território, associados à substituição parcial de áreas anteriormente destinadas à pecuária por atividades agrícolas.

Em contrapartida, a classe Soja apresentou o maior crescimento relativo entre todas as classes analisadas, passando de 102,1 hectares em 2014 para 1.422,1 hectares em 2024, representando aumento superior a 1.200%. Esse resultado evidencia o avanço da agricultura mecanizada no município e demonstra maior inserção de Paraíso do Tocantins nas dinâmicas produtivas associadas ao agronegócio e à expansão agrícola observada na região do MATOPIBA (SODRÉ, 2022; NASCIMENTO, 2011).

As áreas classificadas como Outras Lavouras Temporárias também apresentaram crescimento expressivo ao longo da série temporal, reforçando a intensificação das atividades agrícolas e a diversificação do uso produtivo da terra no município.

Em relação à vegetação nativa, foi identificada redução da classe Formação Savânica, indicando pressões decorrentes da expansão das atividades agropecuárias sobre áreas naturais do Cerrado, fenômeno associado às transformações territoriais observadas no estado do Tocantins nas últimas décadas (NASCIMENTO, 2011). Por outro lado, a Formação Florestal apresentou aumento ao longo do período analisado, comportamento que pode estar relacionado à regeneração secundária da vegetação, preservação de áreas específicas ou às próprias dinâmicas de classificação do uso da terra realizadas pelo MapBiomias.

A área urbana apresentou crescimento moderado entre 2014 e 2024, refletindo o processo de expansão da sede municipal e o fortalecimento das atividades econômicas locais, especialmente vinculadas ao setor agropecuário.

Os resultados demonstram que o município de Paraíso do Tocantins vem passando por um processo de reorganização territorial caracterizado pela permanência da pecuária, expansão das atividades agrícolas mecanizadas e intensificação do uso da terra. Essas transformações acompanham processos observados em diferentes áreas do Cerrado brasileiro, especialmente nas regiões inseridas na dinâmica produtiva do MATOPIBA.

As transformações observadas no uso e cobertura da terra em Paraíso do Tocantins evidenciam mudanças significativas na organização produtiva e territorial do município ao longo da série temporal analisada. Com o objetivo de sintetizar as principais interpretações associadas às alterações identificadas entre 2014 e 2024, foi elaborado o quadro 3.

**Quadro 3** – Interpretação das principais transformações territoriais observadas entre 2014 e 2024

| <b>Eixo de análise</b>               | <b>Evidência nos dados</b>                                | <b>Interpretação geográfica</b>                                                                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Predomínio agropecuário              | Pastagem permanece como maior classe em 2014, 2019 e 2024 | A pecuária continua estruturando a paisagem municipal                                           |
| Reorganização da pastagem            | Redução de 66.538,7 ha para 63.089,3 ha                   | Indica possível reestruturação produtiva e substituição parcial por lavouras                    |
| Expansão agrícola                    | Soja passa de 102,1 ha para 1.422,1 ha                    | Demonstra avanço da agricultura mecanizada e inserção na dinâmica do MATOPIBA                   |
| Crescimento das lavouras temporárias | Aumento de 249,5 ha para 683,4 ha                         | Reforça a diversificação/intensificação do uso agrícola                                         |
| Vegetação nativa                     | Formação Savânica reduz; Formação Florestal aumenta       | Indica mudanças diferenciadas entre classes naturais, exigindo interpretação espacial nos mapas |
| Área urbana                          | Crescimento de 1.629 ha para 1.943,1 ha                   | Expansão urbana moderada, concentrada na sede municipal                                         |

Fonte: Autor (2026).

A síntese apresentada no quadro 3 mostra que as mudanças observadas no município estão associadas à intensificação das atividades agropecuárias, à expansão da agricultura mecanizada e à reorganização do uso da terra ao longo do período analisado. Essas transformações refletem processos territoriais mais amplos observados no Cerrado brasileiro, especialmente nas áreas inseridas na dinâmica produtiva do MATOPIBA.

#### **4.2.5 Interpretação territorial das mudanças**

As mudanças que são observadas no uso e cobertura da terra no município de Paraíso do Tocantins não podem ser compreendidas apenas pela análise quantitativa das classes

temáticas, sendo necessário considerar também os processos históricos, econômicos e territoriais que contribuíram para a consolidação das atividades agropecuárias no município.

Os dados analisados indicam que a dinâmica territorial de Paraíso do Tocantins não se caracteriza apenas pela expansão isolada de determinadas classes de uso da terra, mas por um processo de reorganização produtiva do território. Embora a pastagem permaneça como classe dominante ao longo da série temporal, o crescimento expressivo da soja e das demais lavouras temporárias evidencia a intensificação do uso agrícola da terra e o fortalecimento da agricultura mecanizada no município.

Parte dessa dinâmica territorial está associada às transformações históricas promovidas pela implantação da BR-153, importante eixo de integração regional no Cerrado brasileiro. A construção da rodovia contribuiu para a interiorização da ocupação territorial e para a consolidação econômica de municípios localizados em sua área de influência, favorecendo a expansão das atividades agropecuárias e da infraestrutura regional (DNIT, 2009).

No caso de Paraíso do Tocantins, a localização estratégica às margens da BR-153 favoreceu a circulação de mercadorias, pessoas e investimentos ao longo das últimas décadas, contribuindo para o fortalecimento das atividades agropecuárias e para a inserção do município nas dinâmicas produtivas do MATOPIBA. Segundo Nascimento (2011), a implantação da rodovia promoveu profundas transformações territoriais no então norte de Goiás, atual Tocantins, impulsionando a formação de fazendas, vilas e centros urbanos ao longo do eixo rodoviário.

As mudanças identificadas entre 2014 e 2024 refletem processos mais amplos de modernização e reorganização territorial observados no Cerrado brasileiro, especialmente associados ao avanço do agronegócio, à expansão das commodities agrícolas e à intensificação das atividades agropecuárias na região do MATOPIBA.

As transformações observadas em Paraíso do Tocantins evidenciam um processo contínuo de reorganização territorial associado à modernização agropecuária, à expansão das atividades agrícolas mecanizadas e à permanência da pecuária como importante elemento estruturador da paisagem rural. Esses processos refletem dinâmicas mais amplas observadas no Cerrado brasileiro e na região do MATOPIBA, marcadas pela intensificação do uso da terra e pelas transformações produtivas do espaço agrário.

### 4.3 Expansão pecuária e transformação da paisagem

O efetivo bovino no município apresentou variações ao longo do período analisado, demonstrando a importância da pecuária para a economia local. A permanência e consolidação da atividade pecuária estão diretamente relacionadas às características produtivas da região, favorecidas pelas condições climáticas, disponibilidade de áreas e expansão do setor agropecuário no estado do Tocantins.

Entre os anos de 2010 e 2020, a pecuária permaneceu como uma das principais atividades econômicas do estado, ocupando aproximadamente 43% do território tocaninense, equivalente a cerca de 119.000 km<sup>2</sup>. Apesar de sua expressiva representatividade territorial, foi possível observar redução gradual de algumas áreas de pastagem em decorrência da expansão agrícola e intensificação do agronegócio no estado (RODRIGUES; BARBOSA, 2025).

Vale destacar que a pecuária é um dos elos da cadeia produtiva da carne bovina, um dos principais produtos de exportação do estado. Segundo Rodrigues et al. (2009), o segmento é composto pela atividade de criação, pelo abate e processamento, realizado em abatedouros/matadouros que atendem as demandas locais; em frigoríficos com Sistema de Inspeção Estadual (SIE), cuja principal demanda é nacional e regional; e os frigoríficos com Sistema de Inspeção Federal (SIF), considerados mais modernos e voltados para a demanda nacional e de exportação. Em 2018, o estado contava com nove frigoríficos de inspeção federal.

O quadro 4 apresenta a evolução do efetivo bovino no município de Paraíso do Tocantins entre os anos de 2014 e 2024, com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

**Quadro 4** - Efetivo do rebanho bovino no município de Paraíso do Tocantins entre 2014 e 2024.

| Efetivo do rebanho bovino de 2014-2024 | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                                        | 88.705 | 95.552 | 99.339 | 92.849 | 86.617 | 85.170 | 87.313 | 107.272 | 115.811 | 122.294 | 126.873 |

Fonte: IBGE (2026)

Foi constatado que o efetivo bovino no município de Paraíso do Tocantins apresentou oscilações ao longo da série histórica analisada. Entre 2014 e 2016 ocorreu crescimento contínuo do rebanho, passando de 88.705 para 99.339 cabeças, demonstrando fortalecimento da atividade pecuária no município. Entretanto, entre os anos de 2017 e 2019 foi possível observar a redução gradual do efetivo bovino, atingindo aproximadamente 85 mil cabeças em

2019. Essa diminuição pode estar relacionada às transformações no setor agropecuário estadual, especialmente à expansão das áreas agrícolas e à reorganização do uso da terra no município.

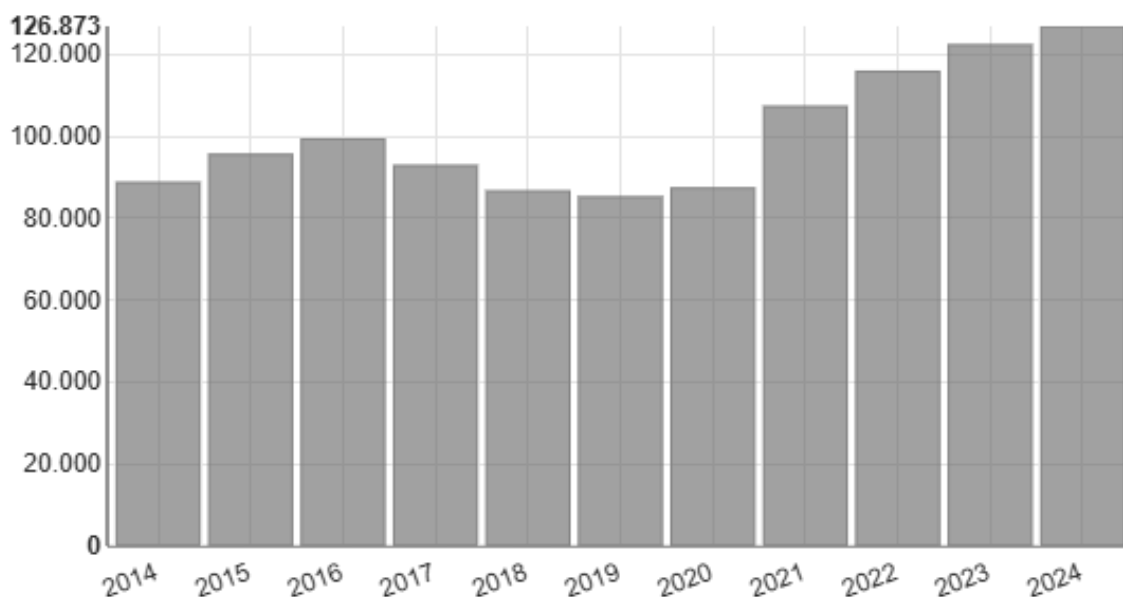
A partir de 2020 é possível observar a retomada do crescimento do rebanho bovino, com aumento mais expressivo entre os anos de 2021 e 2024. Em 2021 o município registrou 107.272 cabeças de gado, enquanto em 2024 o efetivo alcançou 126.873 cabeças, representando o maior valor de toda a série analisada. Esse crescimento evidencia a consolidação da pecuária como uma das principais atividades econômicas locais, reforçando sua importância na dinâmica produtiva e territorial do município.

Mesmo diante da redução relativa das áreas de pastagem observada entre 2014 e 2024, ocorreu crescimento expressivo do efetivo bovino nos últimos anos da série histórica analisada. Esse comportamento sugere possíveis processos de intensificação produtiva da pecuária, caracterizados pelo maior aproveitamento das áreas já consolidadas para a atividade pecuária, sem necessidade proporcional de expansão territorial das pastagens, dinâmica também observada por Rodrigues e Barbosa (2025) no contexto das transformações agropecuárias do Tocantins.

Essa dinâmica evidencia que as transformações observadas no município não estão associadas apenas à ampliação das áreas agropecuárias, mas também à modernização dos sistemas produtivos e à reorganização do uso da terra no contexto das transformações econômicas observadas no Cerrado brasileiro.

O avanço do efetivo bovino reflete diretamente na transformação da paisagem rural, uma vez que a ampliação da atividade pecuária demanda maior utilização de áreas destinadas às pastagens. Dessa forma, a expansão do rebanho contribui para alterações no uso e cobertura da terra, promovendo a substituição parcial da vegetação natural por áreas antrópicas voltadas às atividades agropecuárias.

As condições naturais do município, como o relevo predominantemente plano a suave ondulado, favorecem o desenvolvimento das atividades agropecuárias, contribuindo para a permanência da pecuária como importante atividade econômica local, mesmo diante das transformações no uso da terra decorrentes da expansão agrícola.

**Gráfico 1:** Evolução do efetivo bovino no município de Paraíso do Tocantins (2014–2024)

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal

A partir do gráfico 1 é possível visualizar de forma mais clara as oscilações do efetivo bovino no município ao longo do período analisado, destacando a redução observada entre 2017 e 2019 e o crescimento expressivo do rebanho a partir de 2020, com tendência de expansão até 2024.

## 5. CONCLUSÃO

A análise do uso e cobertura da terra em Paraíso do Tocantins, entre 2014 e 2024, mostra que o município vem passando por mudanças que acompanham o crescimento agrícola da região do MATOPIBA. A pastagem continua sendo a classe com maior área no município, mas perdeu espaço ao longo dos anos para o avanço das lavouras agrícolas, principalmente o cultivo da soja.

O principal destaque dessa dinâmica é o comportamento do rebanho bovino. O aumento do número de cabeças de gado nos últimos anos da pesquisa, mesmo com a diminuição das áreas de pasto, indica que a pecuária local não está diminuindo. Pelo contrário, os dados apontam para um processo de intensificação produtiva, onde as áreas já abertas estão sendo melhor aproveitadas, aumentando a eficiência sem a necessidade de desmatar novas terras.

Essas mudanças refletem transformações que vêm acontecendo em várias áreas do Cerrado brasileiro, marcadas pela expansão agrícola e pela modernização das atividades agropecuárias. Ademais, o uso do sensoriamento remoto e das geotecnologias foi importante para compreender essas transformações, auxiliando no monitoramento e na análise do uso da terra no município.

É possível destacar que ainda são poucos os estudos voltados para a dinâmica do uso e cobertura da terra em Paraíso do Tocantins, o que reforça a importância desta pesquisa para a compreensão das transformações territoriais no município.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALVES, E. R.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G.; MAGALHÃES, E.; ROCHA, D. P. Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 35-59, 2012. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/264> . Acesso em: 01 maio 2026.

ARAÚJO FILHO, Milton da Costa; MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra na análise de imagens de satélite. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, n. 59/02, ago. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). *Beef Report 2025*. São Paulo: ABIEC, 2025. Disponível em: ABIEC. Acesso em: 25 abr 2026.

BARBOSA, Wanderlei *et al.* Governo do Estado do Tocantins. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/306874>. Acesso em: 18 mar. 2026.

BELTRAME, E.; BITTENCOURT, H. R.; JANSEN, S. L. Uma proposta para a detecção de mudanças pós-classificação. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 14., 2009, Natal. *Anais [...]* Natal: INPE, 2009. p. 1261-1266.

BERNARDINO, T. E. S.; RIBEIRO, H. J. Análise multitemporal do uso e cobertura do solo, lâmina d'água e frequência de fogo da região hidrográfica do Tocantins-Araguaia. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, Goiânia, v. 19, n. 1, p. 252-267, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5216/reec.v19i1.75082>.

BOLFE, E. L.; VICTÓRIA, D. C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAÚJO, L.; GOMES, D. Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.

BORGES, K. A. V. *Curso de especialização em geoprocessamento*. Belo Horizonte: UFMG, 2002. Disponível em: <https://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/ALEXANDRE20DE20CARVALHO.PDF>. Acesso em: 10 maio 2026.

BOSSLE, R. C. *QGIS do ABC ao XYZ*. Paraná: Íthala, 2016. Cap. 2: Coordenadas e escalas.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. *A economia agropecuária do Matopiba. Estudos Sociedade e Agricultura*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 376-401, 2018. DOI: 10.36920/esa-v26n2-6.

BRASIL. Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 nov. 2008.

CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

CHERUBIN, Maurício Roberto *et al.* Land use and management effects on sustainable sugarcane-derived bioenergy. *Land*, v. 10, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10010072>.

COELHO, Victor H. R. *et al.* Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, p. 64-72, 2014.

DALLABRIDA, Valdir Roque. Território e governança territorial, patrimônio e desenvolvimento territorial: estrutura, processo, forma e função na dinâmica territorial do desenvolvimento. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, Taubaté, v. 16, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/5395>. Acesso em: 26 maio 2026.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais>. Acesso em: 2 out. 2019.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 1994. p. 17-73. Disponível em: Embrapa BDPA. Acesso em: 01 maio 2026.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (CONCAR). *Especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais vetoriais 3.0 (ET-EDGV)*. Rio de Janeiro: CONCAR, 2017.

EXÉRCITO BRASILEIRO. *EB80-N-72.003: norma da especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais de defesa da Força Terrestre*. Brasília: Exército Brasileiro, 2015. 385 p. Disponível em: [http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ADGV\\_Defesa](http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ADGV_Defesa). Acesso em: 2 maio 2026.

EXÉRCITO BRASILEIRO. *EB80-N-72.004: norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais*. 1. ed. Brasília: Exército Brasileiro, 2016. 94 p. Disponível em: [Geoportal Exército Brasileiro PDF](#). Acesso em: 1 maio 2026.

FARINA, F. C. Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana. *Cadernos EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 4, p. 1-13, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-39512006000400007>.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélites para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FREITAS, A. M. de; BARROS, P. H. B. de. A expansão da pecuária para a Amazônia Legal: externalidades espaciais, acesso ao mercado de crédito e intensificação do sistema produtivo. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 31, n. 1, p. 303-333, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/jVyJbvTGbZKcvYg5NhzTFLk/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2026.

FREITAS, A. A.; BELCHIOR, E. B.; ALCÂNTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. Transferência de tecnologias para consolidação do Plano ABC no Tocantins. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. (org.). *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2022. p. 327-345. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1143017>. Acesso em: 5 maio 2026.

GALDINO, S. *et al.* Large-scale modeling of soil erosion with RUSLE for conservationist planning of degraded cultivated Brazilian pastures. *Land Degradation & Development*, v. 27, n. 3, p. 773-784, 2015. Disponível em: [Embrapa Alice PDF](#). Acesso em: 12 mar. 2026.

GIRARDI, E. P. *Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira*. 2008. Tese (Doutorado

em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1028371/1/4600.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2026.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/>. Acesso em: 2 maio 2026.

IBGE. *Pesquisa Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 3 maio 2026.

IBGE. *Pesquisa da Pecuária Municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 3 maio 2026.

IBGE. Coordenação de Meio Ambiente. *Domínios e regiões naturais terrestres dos biomas do Brasil: uma proposta de regionalização natural*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. 233 p. (Investigações experimentais: informações geocientíficas experimentais).

IBGE. *Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho*. Rio de Janeiro: IBGE, [s. d.]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 4 maio 2026.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 10 maio 2026.

INPE – Projeto Monitoramento Cerrado. Acesso em: 5 mar. 2026.

IPCC. *Climate change and land: an IPCC special report*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. DOI: 10.1017/9781009157988. Acesso em: 4 fev. 2026.

JANSEN, L. J. M.; DI GREGORIO, A. Parametric land cover and land use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 91, p. 89-100, 2002.

JIANYA, Gong; HAIGANG, Sui; GUORUI, Ma; QIMING, Zhou. A review of multi-temporal remote sensing data change detection algorithms. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Beijing, v. 37, part B7, p. 757-762, 2008.

KIM, Y.; MIN, S. Future changes in regional inter-monthly precipitation patterns of the East Asian summer monsoon. *Earth System Dynamics*, Göttingen, v. 16, p. 1135-1151, 2025. DOI: 10.5194/esd-16-1135-2025. Acesso em: 8 mar. 2026.

LIU, Y. *et al.* Unraveling the influence of climate and land use change on ecological networks based on ecosystem services priority conservation areas. *Global Ecology and Conservation*, Amsterdam, e03923, 2025. DOI: 10.1016/j.gecco.2025.e03923. Acesso em: 6 mar. 2026.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; BARROS, A. H. C.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O. Potencialidades e limitações ao uso agrícola de solos do Matopiba. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 35., 2015, Natal. *Anais [...]* Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

LUNA, Francisco Vidal; KLEIN, Herbert S. A evolução da pecuária bovina no Brasil. *História Econômica & História de Empresas*, v. 26, n. 3, p. 561-598, 2023. Disponível em: <https://www.hehe.org.br/index.php/rabphe/article/view/914>. Acesso em: 12 abr. 2026.

MAGALHÃES, L. A.; MIRANDA, E. E. Matopiba: quadro natural. In: GRUPO DE INTELIGÊNCIA TERRITORIAL ESTRATÉGICA (org.). *Matopiba: caracterização e agendas territoriais*. Campinas: Embrapa Territorial, 2014. v. 5, p. 41.

MARANHÃO, R. L. A. *et al.* The spatiotemporal dynamics of soybean and cattle production in Brazil. *Sustainability*, v. 11, n. 7, p. 2150, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11072150>.

McMANUS, C. *et al.* Dynamics of cattle production in Brazil. *PLoS ONE*, v. 11, n. 1, p. e0147138, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1043799/1/journal.pone.0147138.PDF>. Acesso em: 8 mar. 2026.

MENDONÇA, R.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do Cerrado. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.

MIRANDA, E. E.; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. Um sistema de inteligência territorial estratégica para o Matopiba. Campinas: Embrapa Territorial, 2014.

MORAIS, F. de. Caracterização geomorfológica da região de Aurora do Tocantins, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 2, p. 163-170, 2013.

NASCIMENTO, J. B. *Tocantins: história e geografia*. 7. ed. Goiânia: Bandeirante, 2011.

PEREIRA, O. J. R. *et al.* Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. *Remote Sensing*, v. 10, n. 11, p. 1761, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs10111761>.

PERFIL DE METADADOS GEOESPACIAIS DO BRASIL (PERFIL MGB). *Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil: Perfil MGB 2.0*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 106 p.

RAFFESTIN, Claude. *Por uma geografia do poder*. São Paulo: Ática, 1993.

RODRIGUES, Waldecy *et al.* Competitividade da cadeia produtiva da carne bovina no estado do Tocantins. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, 2009. Disponível em: [Redalyc Pesquisa Agropecuária Tropical](https://www.scielo.br/pat). Acesso em: 28 mar. 2026.

RODRIGUES, C.; BARBOSA, M. R. A. A expansão da soja (*Glycine max*) e seus efeitos nos serviços ecossistêmicos do Tocantins. *Agri-Environmental Sciences*, v. 11, n. 2, p. 12, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v11i2.10798>.

ROSA, R. *Introdução ao sensoriamento remoto*. 4. ed. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2001.

ROSA, Roberto. *Introdução ao sensoriamento remoto*. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

SAEED, U. *et al.* Evolving landscapes: long term land use and climate change impacts on ecosystem health. *Frontiers in Environmental Science*, Lausanne, v. 13, 2025. DOI: [10.3389/fenvs.2025](https://doi.org/10.3389/fenvs.2025). Acesso em: 4 mar. 2026.

SAMPAIO, T. V. M.; BRANDALIZE, M. C. B. *Cartografia geral, digital e temática*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2018.

SANO, E. E.; BETTIOL, G. M.; MARTINS, E. S.; COUTO JÚNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C. Características gerais da paisagem do Cerrado. In: BOLFE, E. L. S.; CAMPOS, S. K. (org.). *Dinâmica agrícola no Cerrado: análises e projeções*. Brasília: Embrapa, 2020. p. 21-37. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1121717/1/PLDinamicaagricolacap12020.pdf>. Acesso em: 20 maio 2026.

SEABRA, V. S.; SILVA, F. P. O uso do sensoriamento remoto para análise da evolução das manchas urbanas no município de Maricá entre os anos de 1975, 1990 e 2008. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 15., 2011, Curitiba. *Anais [...]* Curitiba: INPE, 2011. p. 6426-6433.

SILVA, F. F.; MORAIS, F. Índice de perturbações ambientais em áreas cársticas do estado do Tocantins – primeira aplicação no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 3, p. 766-777, 2016.

SILVEIRA, J. G. D. *et al.* Land use, land cover change and sustainable intensification of agriculture and livestock in the Amazon and the Atlantic Forest in Brazil. *Sustainability*, v. 14, n. 5, p. 2563, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2563>. Acesso em: 05 maio. 2025.

SILVEIRA, L. R.; MENDONÇA, R. M. G.; BONATTO, F.; PEREIRA, H. O. Análise, monitoramento e caracterização da voçoroca Ribeirão da Cachorra em Paraíso do Tocantins – TO. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA*, 6., 2006, Goiânia. *Anais [...]* Goiânia: UFG, 2006.

SODRÉ, Reges. Cidades pequenas no Tocantins: centralidades e interações espaciais na rede urbana. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 23, n. 90, p. 329, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia>. Acesso em: 3 abr. 2026.

SOARES FILHO, B. S. *Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica*. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. 299 p.

SOUSA, L. M.; ADAMI, M.; LIMA, A. M. M.; RAMOS, W. F. Avaliação do uso e cobertura da terra em Paragominas e Ulianópolis-PA, utilizando dados do projeto Terraclass. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 3, p. 421-431, 2017.

SOUZA, G. V. A.; PEREIRA, M. F. V. MATOPIBA: a inteligência territorial estratégica (ITE) e a regionalização como ferramenta. *Revista NERA*, Presidente Prudente, n. 47, p. 22-45, 2019. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6264>.

TEIXEIRA NETO, M. L.; ARAÚJO NETO, R. B.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; SOUZA, H. A.; AZEVEDO, D. M. P.; CARVALHO, G. M. C.; FROTA, M. N. L.; VILELA, L.; COSTA, J. B.; FRAZÃO, J. M. F.; TOLEDO, M. M.; QUINZEIRO NETO, T.; BARBOSA, C. F.; SANTOS, A. M.; BORTOLON, E. S. O.; BELCHIOR, E. B.; BORTOLON, L.; ALCÂNTARA, P. H. R.; ALMEIDA, R. E. M.; SANTOS, D. Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e oeste da Bahia. In: SKORUPA, L. A. M.; *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos*. Brasília: Embrapa, 2019. p. 105-163. Disponível em: [Embrapa ILPF Brasil](#). Acesso em: 20 maio 2026.

TOCANTINS RURAL. *Tocantins alcança o 2º lugar no crescimento do agronegócio entre os estados brasileiros em 2023*. 2024. Disponível em: <https://tocantinsrural.com.br/>. Acesso em: 16 maio 2026.

TURNER, B. L.; MEYER, W. B.; SKOLE, D. L. Global land-use/land-cover change: towards an integrated study. *Ambio*, Stockholm, v. 23, n. 1, p. 91-95, 1994