



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-UFMA  
CAMPUS DE CHAPADINHA/MA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA-CCCh  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**JAKELYNNE VITÓRIA MELO GOMES**

**DINÂMICA DO USO OCUPAÇÃO DA TERRA NO PERÍODO DE 1992 A 2022 NOS  
MUNICÍPIOS DE BREJO E BURITI, MARANHÃO (BRASIL)**

CHAPADINHA-MA  
2024

**JAKELYNNE VITÓRIA MELO GOMES**

**DINÂMICA DO USO OCUPAÇÃO DA TERRA NO PERÍODO DE 1992 A 2022 NOS  
MUNICÍPIOS DE BREJO E BURITI, MARANHÃO (BRASIL)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Patricio Gomes Leite

Coorientador: Prof. Dr. Aldair de Souza Medeiros.

CHAPADINHA-MA  
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Gomes, Jakelynnne Vitória Melo.

Dinamica de uso e ocupação da terra no periodo de 1992 a 2022 nos municipios de brejo e buriti, maranao Brasil / Jakelynnne Vitória Melo Gomes. - 2024.

35 f.

Coorientador(a) 1: Aldair Souza Medeiros.

Orientador(a): Patricio Gomes Leite.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2024.

1. Bioma Cerrado. 2. Uso da Terra. 3. Mapbiomas. 4. . 5. . I. Gomes Leite, Patricio. II. Souza Medeiros, Aldair. III. Título.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 06 de Setembro de 2024,  
pela Comissão Examinadora constituída pelos professores:

---

Prof. Dr. Patricio Gomes Leite  
Orientador

---

Prof. Dr. Aldair de Souza Medeiros  
Coorientador

---

Prof. Dr. Natalia Soares da Silva  
Examinador

---

Prof. Dr. Washington da Silva Sousa  
Examinador

## DEDICATÓRIA

Para eles, que vivem meus sonhos como se fossem seus, pois o amor tem o poder de modificar o “meu” em “nosso” e sentir-se incluída nesse plural é a melhor das experiências.

Família!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que foi meu acalento nas horas mais difíceis, que me fez mais forte e não rejeitou as minhas orações.

Aos meus pais e minhas irmãs que sempre me apoiaram em cada passo do meu caminho. Obrigada por todo amor e incentivo dado em todas as áreas da minha vida.

Aos meus queridos avós, por todas as histórias, lições de vida e carinho que me guiaram ao longo dessa jornada acadêmica. Sou eternamente grata por tudo que fazem por mim.

Aos meus tios Jainy Marques, Marcelo Marques e Dorivan Marques, que sempre estiveram dispostos a me ajudar durante o estágio e a faculdade. Sem a ajuda e o apoio de vocês, essa jornada teria sido muito mais difícil.

Ao meu cunhado Deyvid Santos, que mesmo sob sol e chuva, sempre esteve pronto para me ajudar.

Ao meu orientador Patricio Gomes, que não apenas guiou meu trabalho com sabedoria e paciência, mas também ofereceu seu apoio e amizade. Obrigada pelos conselhos, não tenho palavras suficientes para agradecer.

Ao meu coorientador Aldair Medeiros, por sua orientação impecável. Suas orientações foram valiosas.

Existem pessoas que tornam nossa caminhada mais leve, obrigada Samara Sousa e Pedro Neto pela companhia e amizade durante esses 5 anos. Agradeço por sempre estarem ao meu lado e por tornar todos os momentos mais significativos e memoráveis. Sem vocês essa jornada não teria sido a mesma.

E ao amor que a vida me deu, Rodrigo Silva. Suas palavras de incentivo foram fonte constante de motivação.

*“ A vida... o que ela quer da gente é coragem”  
Guimaraes Rosa*

## **RESUMO**

O Cerrado, como o segundo maior bioma do Brasil, é caracterizado por sua rica biodiversidade e desempenha um papel fundamental na sustentação e equilíbrio ambiental. Portanto, é crucial analisar ao longo do tempo as mudanças na utilização e cobertura da terra nos municípios que compõem este bioma, como é o caso de Brejo e Buriti - MA. Este estudo tem como objetivo avaliar como essas mudanças ocorreram no período de 1992 a 2022. Utilizando dados da plataforma MapBiomas e o software Google Earth Engine, foram quantificados em hectares e percentagens os diferentes tipos de uso da cobertura da terra em Brejo e Buriti - MA, possibilitando a criação de mapas que ilustram essas transformações. Os resultados revelaram que, entre 1992 e 2022, os municípios de Brejo e Buriti passaram por uma diminuição nas áreas de floresta. Nesse mesmo período, as áreas ocupadas pela agropecuária cresceram gradualmente, evidenciando uma transição significativa da vegetação natural para o uso antropico da terra. Isso confirma a expansão das atividades agrícolas e pecuárias na região.

**Palavras-chave:** Bioma Cerrado, Uso da Terra, Mapbiomas.

## **ABSTRACT**

The Cerrado, as the second largest biome in Brazil, is characterized by its rich biodiversity and plays a fundamental role in environmental sustainability and balance. Therefore, it is crucial to analyze changes in land use and coverage over time in the municipalities that make up this biome, as is the case of Brejo and Buriti - MA. This study aims to evaluate how these changes occurred in the period from 1992 to 2022. Using data from the MapBiomas platform and the Google Earth Engine software, the different types of land cover use in Brejo and Buriti - MA were quantified in hectares and percentages, enabling the creation of maps that illustrate these transformations. The results revealed that, between 1992 and 2022, the municipalities of Brejo and Buriti experienced a decrease in forest areas. During this same period, the areas occupied by agriculture gradually grew, showing a significant transition from natural vegetation to anthropogenic land use. This confirms the expansion of agricultural and livestock activities in the region.

**Keywords:** Cerrado Biome, Land Use, Mapbiomas.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Mapa de localização dos municípios de Brejo e Buriti-MA.....	21
<b>Figura 02.</b> Mapas do uso e ocupação de terra do município de Chapadinha dos anos de 1992, 2002, 2012 e 2022.....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Porcentagem das áreas de uso e ocupação da terra do município de Brejo-MA nos anos de 1992,2002,2012 e 2022.....	24
<b>Tabela 02.</b> Porcentagem das áreas de uso e ocupação da terra do município de Buriti-MA nos anos de 1992,2002,2012 e 2022.....	25
<b>Tabela 3</b> - Valores das áreas (ha) dos diferentes usos e ocupação da terra dos municípios de Brejo e Buriti – MA nos anos de 1992, 2002, 2012 e 2022 .....	27

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
GEE	Gases de Efeito Estufa.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
LULUCF	Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas.
MATOPIBA	Extensão geográfica que recobre parcialmente os territórios dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.
PDI	Processamento Digital de Imagens
SIG	Sistema de informação geográfica.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1. Dinâmica da mudança no uso da terra no Cerrado.....	16
2.2. Brejo - MA .....	18
2.3. Buriti - MA.....	18
2.4. Impacto ambiental da mudança do uso da Terra .....	19
2.5. Uso do Geoprocessamento para análise ambiental .....	20
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Geral .....	21
3.2. Específicos .....	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1. Caracterização da área de estudo .....	21
4.2. Dados de uso e cobertura da terra .....	23
4.3. Análises estatísticas .....	23
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As transformações ambientais que ocorrem no planeta denotam das variações na dinâmica intrínseca dos processos ecossistêmicos, cuja estabilidade é fundamental para a sustentação das condições para a vida na Terra. As mudanças no uso e ocupação da terra de forma desordenada pode se tornar um dos principais motores das mudanças globais, uma vez que afeta diretamente componentes cruciais, como a vegetação, os recursos hídricos e a biodiversidade (Liping et al., 2018). Essas transformações têm se acelerado devido às atividades antropicas, com o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta (LULUCF) figurando como uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera (Quintão et al., 2021).

O setor LULUCF é responsável por cerca de 23% das emissões de GEE, destacando-se como um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas (IPCC, 2021). No Brasil, esse setor é particularmente relevante, representando aproximadamente 45% das emissões totais de GEE, o que o torna a principal fonte de emissões no país (SEEG, 2023).

Essas emissões estão diretamente associadas ao desmatamento e à mudança no uso da terra, que liberam grandes quantidades de carbono armazenado na vegetação e no solo para a atmosfera. Dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) indicam que, em 2022, o desmatamento na Amazônia Legal e em outras regiões de florestas brasileiras contribuiu com cerca de 2,2 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, o que representa uma parcela significativa das emissões do setor LULUCF (SEEG, 2023). Além disso, a conversão de áreas florestais para uso agrícola e pastagem tem alterado o equilíbrio do carbono e reduzido a capacidade de sequestro de carbono das áreas desmatadas.

Guerrero et al. (2020) ressaltam que informações precisas sobre o uso da terra e a cobertura vegetal são essenciais para a tomada de decisões que impactam aspectos sociais e ambientais significativos, incluindo regulação climática, ciclo do carbono, qualidade e disponibilidade de água, e biodiversidade (Yu et al., 2016). A região MATOPIBA, que abrange partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, é atualmente a principal fronteira agrícola do Brasil. Esta região tem observado uma expansão considerável das atividades agrícolas, como a produção

de grãos e algodão, o que tem promovido alterações significativas na paisagem (Magalhães; Miranda, 2014; Bachi et al., 2023). O Cerrado, um dos biomas mais impactados por essas mudanças, tem sofrido severas transformações devido à expansão agrícola e à ocupação desordenada (Silva et al., 2013; Grecchi et al., 2014). No estado do Maranhão, o Cerrado cobre 64% do território e inclui 109 municípios, entre eles Brejo e Buriti, que têm visto um aumento significativo no desmatamento da vegetação nativa nas últimas décadas (INPE, 2024). As tecnologias de sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas têm sido cruciais para o monitoramento da cobertura vegetal (Ferreira et al., 2008).

Diante do exposto, é imprescindível realizar uma análise detalhada das mudanças no uso da terra nos municípios de Brejo e Buriti. Esse estudo é fundamental devido às significativas transformações observadas na cobertura vegetal e no uso da terra nessas áreas, que têm implicações diretas para a biodiversidade, os recursos hídricos e o ciclo do carbono.

Compreender essas mudanças permitirá identificar padrões e tendências cruciais para a preservação da biodiversidade e a gestão dos recursos hídricos, além de avaliar como essas alterações na cobertura vegetal afetam o armazenamento e a liberação de carbono no solo. Uma análise aprofundada dessas dinâmicas é vital para a formulação de estratégias eficazes de conservação e manejo sustentável, garantindo que as práticas adotadas contribuam para a mitigação das mudanças climáticas e para a manutenção dos ecossistemas.

A hipótese deste estudo é que a expansão das atividades agrícolas na região MATOPIBA tem provocado alterações significativas na cobertura vegetal e no uso da terra nos municípios de Brejo e Buriti. Essas mudanças estão associadas a um aumento no desmatamento e a impactos adversos sobre a biodiversidade e os recursos hídricos. Contudo, a agricultura também desempenha um papel crucial na economia local e nacional. Portanto, é esperado que o estudo revele a necessidade de estratégias que não apenas mitiguem os impactos ambientais negativos, mas também promovam a integração entre a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento agrícola sustentável. Assim, a análise das mudanças na cobertura da terra ao longo de três décadas permitirá a formulação de políticas e práticas que equilibrem a expansão agrícola com a proteção ambiental, contribuindo para a conservação sustentável da região.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Dinâmica da mudança no uso da terra no Cerrado

O território brasileiro é composto por seis biomas (Amazonia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa) de relevância, sendo o Cerrado um dos mais destacados, por ser o segundo maior bioma do país e pelos 34 *hotspots* globais para a conservação da biodiversidade (Mittermeier et al., 2004). Este bioma merece especial atenção devido ao notável processo de conversão de sua vegetação nativa para usos antrópicos, que ocorre de forma significativa em relação a outros biomas.

Reconhecido como um dos biomas mais biodiversos do mundo, o Cerrado Brasileiro caracteriza-se por sua formação savânica e abrange uma extensão aproximada de 2,0 milhões de km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 23% do território nacional. Esta vasta área compreende o sul do Mato Grosso, o norte do Piauí, o oeste da Bahia, o sul do Maranhão, os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo, além do Distrito Federal (Soares et al., 2017).

Outras características ambientais distintivos do bioma Cerrado incluem o clima predominante, caracterizado como tropical sazonal, com períodos secos durante o inverno e chuvas intensas no verão; a presença de chapadões e relevos tabulares, com predominância de solos lixiviados e profundos; e a importância dos divisores de água que delimitam as principais bacias hidrográficas da América do Sul (Cassetti, 2001; Ab'sáber, 2003; Lima; Silva, 2008).

O bioma Cerrado abriga uma rica diversidade de espécies vegetais, totalizando 12.383 espécies, das quais 7.356 são endêmicas desse domínio fitogeográfico (Flora do Brasil, 2021). As características predominantes da vegetação do bioma Cerrado são reveladas por sua densa cobertura de arbustos e gramíneas, além das árvores de porte baixo e sinuoso que crescem nessa região (Marra; Milani, 2016). Dessa forma, as espécies arbóreas lenhosas têm o potencial de contribuir significativamente para a balança comercial do país, especialmente no setor de produtos florestais (Oliveira; Santos; Lopes, 2021).

O Cerrado passou a desempenhar um papel crucial como uma significativa fronteira agrícola, impulsionando o crescimento da produção e das exportações do agronegócio brasileiro. Isso foi resultado de avanços nos processos produtivos e mudanças nas políticas agrícolas do país. Segundo Romeiro et al. (2018), a agricultura no Cerrado é predominantemente dominada pela produção de soja, que abrange aproximadamente 90% da área destinada à agricultura anual.

Além disso, o bioma desempenha um papel significativo na produção agrícola brasileira, sendo responsável por 76% da produção nacional de algodão, 31% de milho, 18% de arroz e 22% de feijão. Além disso, o bioma também é utilizado para o cultivo de culturas como sorgo, girassol, cevada, trigo e seringueira, bem como para a produção de frutas e vegetais destinados à indústria de processamento de alimentos (Santos, 2020).

Em contrapartida o desmatamento vem acarretando uma série de impactos adversos nos ecossistemas, incluindo a significativa perda de biodiversidade (Barnes et al., 2017; Betts et al., 2017; Giam, 2017), Conforme apontado por Strassburg et al. (2017), no período de 2002 a 2011, as taxas de desmatamento no Cerrado, que alcançaram 1% ao ano, foram 2,5 vezes superiores às registradas na Amazônia. Essa transformação drástica no perfil do bioma resultou também na compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, contaminação da água subterrânea com impactos abrangentes em todo o ecossistema (Cunha et al., 2008). O aumento da exploração agropecuária emergiu como o principal determinante dessa degradação ambiental.

A remoção de áreas de vegetação nativa para a implementação de sistemas agropecuários é uma prática comum nas mudanças de uso da terra no Brasil. De acordo com o mapeamento anual de uso e cobertura de terras do Projeto MapBiomas, até 2021, 38% do bioma Cerrado já havia sido convertido em algum tipo de cobertura antrópica, notadamente em pastagens cultivadas e em culturas agrícolas anuais. Essas áreas transformadas por atividades humanas mostram uma elevada dinâmica espaço-temporal em relação às mudanças de uso.

Além disso, é importante ressaltar que o Cerrado desempenha um papel crucial no armazenamento significativo de carbono, tanto em sua vegetação quanto no solo. Essa capacidade faz dele uma peça fundamental na luta contra os efeitos das mudanças climáticas globais. Ademais, o ciclo do carbono está intrinsecamente ligado aos ecossistemas florestais e savânicos, já que esses ambientes promovem a absorção e o acúmulo de carbono. É importante ressaltar que esses processos são influenciados tanto por distúrbios de origem humana quanto por fenômenos naturais que afetam as florestas, como observado por (Paiva et al., 2011; Maia et al., 2022).

Porém, a alteração no uso da terra implica em elevados custos ambientais, como a perda de biodiversidade, a introdução de espécies invasoras, a erosão do solo (Sono et al., 2019) e o aumento das emissões de carbono e outros gases de efeito estufa (Carvalho et al., 2014). Conforme Sá et al. (2023), a conversão do Cerrado nativo em

agrossistemas reduz drasticamente os estoques de carbono.

## **2.2. Brejo - MA**

O município de Brejo está situado na mesorregião Leste do Estado do Maranhão e na microrregião de Chapadinha, apresentando uma distância aproximada de 349 km em relação à capital, São Luís. Atualmente, Brejo possui uma área territorial de 1.073,258 km<sup>2</sup>, uma população estimada em 34.120 habitantes e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,562, classificado como médio de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2023).

No que diz respeito às suas características ambientais, Brejo possui um embasamento geológico composto por sedimentos pertencentes à bacia do Parnaíba. Este embasamento é constituído por depósitos de dentrítolateríticos compostos por lateritos imaturos (petroplintitas) ferruginosos, areia e argila (Batistela et al., 2013). A vegetação que predomina é característica do bioma Cerrado, caracterizada por árvores espaçadas de média altura, muitas vezes apresentando troncos retorcidos. Destacam-se os tipos vegetacionais conhecidos como carrascos, campos cerrados, cerrados e capão (Brasil, 2013).

Ademais, a chegada da soja nessa microrregião é impulsionada pela migração de agricultores, principalmente provenientes de estados da região Centro-Oeste do país. Esses agricultores identificaram na área uma promissora oportunidade para o cultivo da soja, devido às condições edafoclimáticas favoráveis encontradas, semelhantes às do Cerrado em outras regiões do Brasil (Gaspar, 2010). A proximidade da microrregião de Chapadinha com importantes vias de escoamento, como a ferrovia da Companhia Vale do Rio Doce, facilita sobremaneira a produção e o transporte da soja. Além disso, a disponibilidade de terras férteis são atrativos adicionais para atração de investidores e empreendedores interessados na cultura da soja nesta região (Schlesinger; Nunes; Carneiro, 2008).

## **2.3. Buriti - MA**

A cidade de Buriti, encontra-se localizada na microrregião de Chapadinha, no Leste do Estado. O acesso ao município ocorre por meio da BR-222 e MA-034. Conforme dados do IBGE de 2022, o município possui uma área de 1.475,779 km<sup>2</sup>, com população estimada de 29.685 habitantes e uma densidade demográfica de cerca de 20,11 habitantes por km<sup>2</sup>. A cidade está aproximadamente a 325 km da capital e está completamente inserida no Bioma Cerrado.

A vegetação predominante consiste no tipo Cerrado, caracterizada por árvores

e arbustos com alturas que variam de três a oito metros. Esta vegetação está estruturada em dois estratos: um arbóreo/arbustivo, onde as árvores são esparsas e retorcidas, e outro herbáceo/gramíneo. Dentre as espécies mais comuns encontradas destacam-se o Araticum, Sucupira Preta, Murici, Pequi, Faveira, Ipê e Ipê Amarelo. Além disso, no município estão presentes Palmáceas como a Carnaúba, o Buriti e o Babaçu (Correia et al., 2011).

Quanto ao clima, o município apresenta características tropicais, sendo quente e úmido, com temperaturas variando entre mínimas de 21 °C e máximas de 37 °C. Em relação ao relevo, predomina uma topografia plana, dominada por chapadas baixas, com altitudes inferiores a 300 metros.

A produção de soja teve seu primeiro plantio registrado nesta região em 1995, com produção inicial de apenas 72 toneladas de grãos. No entanto, no início dos anos 2000, a cultura da soja emergiu como a principal lavoura em Buriti (Cabral., 2023). A expansão da soja na região é resultado de diversos fatores, como o regime pluviométrico e o tipo de solo favorável, as extensas áreas de terreno plano, uma infraestrutura de escoamento satisfatória, e a proximidade do Porto do Itaquí, facilitando a exportação dos produtos agrícolas. Esses elementos combinados desempenham um papel fundamental no crescimento e na consolidação da produção de soja nessa área (Presoti., 2008).

#### **2.4. Impacto ambiental da mudança do uso da Terra**

O progresso do campo de pesquisa sobre mudanças no uso e cobertura da terra tem sido impulsionado pela crescente preocupação com a intensificação do desmatamento das florestas tropicais desde a década de 1970 (Cortês; D'antona, 2014).

Com isso, nos últimos anos, o processo de ocupação do solo tem sido responsável por alterações substanciais na paisagem natural. Entre 2003 e 2013, observou-se um aumento significativo na área destinada à agricultura, com um acréscimo de 2,3 milhões de hectares, predominantemente em regiões de Cerrado (Spera et al., 2016). Essa conversão da vegetação nativa em terras agrícolas tem acarretado um elevado custo ambiental, caracterizado por fragmentação de habitats, contaminação hídrica, degradação do solo, mudanças nos padrões de incêndio e alterações climáticas (Klink; Machado, 2005), além de perdas significativas de solo devido à erosão (Oliveira et al., 2015).

Moreira et al. (2015) enfatizam que o uso da terra, incluindo o tipo de vegetação

e as atividades antropogênicas, afetam diretamente a produção de água. Esse fator é dos mais relevantes a ser considerado no manejo de bacias hidrográficas, sublinhando a necessidade de uma abordagem mais integrada e sustentável no uso dos recursos naturais.

Neste contexto, é crucial que sejam conduzidos estudos e pesquisas dedicados a impulsionar avanços metodológicos nos mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra, especialmente em regiões com alta dinâmica ambiental. Estas regiões incluem áreas sujeitas a significativas intervenções de infraestrutura, desmatamento para expansão agrícola ou pecuária, bem como locais com rápido crescimento populacional (Seabra; Cruz, 2013).

Assim, a análise das transformações no uso e cobertura da terra emerge como um aspecto de suma relevância nos estudos ambientais, dada sua influência substancial e impacto significativo sobre a vida humana. No que concerne ao manejo da terra e às mudanças na cobertura, Kaul e Sopan (2012) argumentam que tais pesquisas assumiram uma posição central nas estratégias contemporâneas de gerenciamento dos recursos naturais e de vigilância das mudanças ambientais. Nesse sentido, a obtenção de informações relativas a essas dinâmicas revela-se essencial para a atualização dos mapas de cobertura da terra, constituindo também um elemento fundamental para o planejamento e a gestão eficaz dos recursos naturais, contribuindo, para o avanço do desenvolvimento sustentável.

## **2.5. Uso do Geoprocessamento para análise ambiental**

Ao longo das últimas décadas, têm sido observadas múltiplas transformações tecnológicas, as quais têm induzido as organizações a modificarem seu ambiente em diversas esferas, resultando em uma reestruturação dos sistemas de gestão adotados, acompanhada da análise da urgência em adotar tecnologias processuais (Augusto et al., 2012).

Na perspectiva de Zaidan (2017), o Geoprocessamento é uma disciplina multifacetada que se destaca como um ramo de atividade que abrange uma variedade de técnicas e métodos teóricos e computacionais. Sua definição abarca a coleta, inserção, armazenamento, manipulação e análise de dados geoespaciais, visando à produção de novos conjuntos de dados e/ou informações georreferenciadas.

Nesse sentido, a Geotecnologia compreende uma ampla gama de ferramentas e técnicas, como o Processamento Digital de Imagens (PDI), a Geoestatística e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). De acordo com Silva (2003), esses

elementos não se restringem apenas a mapeamentos e localizações pontuais, mas constituem um conjunto de recursos interligados que possibilitam alcançar diversos objetivos desejados por profissionais de diferentes áreas, visto que no Brasil há uma vasta extensão territorial, o geoprocessamento emerge como uma ferramenta promissora para orientar a tomada de decisões relacionadas a questões urbanas, ambientais e rurais, bem como para a elaboração de zoneamentos, visando à análise de impactos ambientais, conforme observado por Silva (2016).

No contexto tecnológico atual, as ferramentas de geoprocessamento desempenham um papel crucial como instrumentos essenciais para o mapeamento, interpretação, análise e planejamento de ações voltadas para a exploração econômica racional. Isso é fundamental para o desenvolvimento em níveis local, regional, nacional e internacional, como destacado por Reghini e Cavichioli (2020).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Analisar a evolução temporal das mudanças no uso e cobertura da terra no período de 1992 a 2022 nos municípios de Brejo e Buriti, situados na região Leste do estado do Maranhão, Brasil.

#### **3.2. Específicos**

1. Realizar a classificação da cobertura da terra no município.
2. Avaliar o impacto ambiental das mudanças no uso da terra.
3. Identificar os principais tipos de uso e cobertura da terra.

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1. Caracterização da área de estudo**

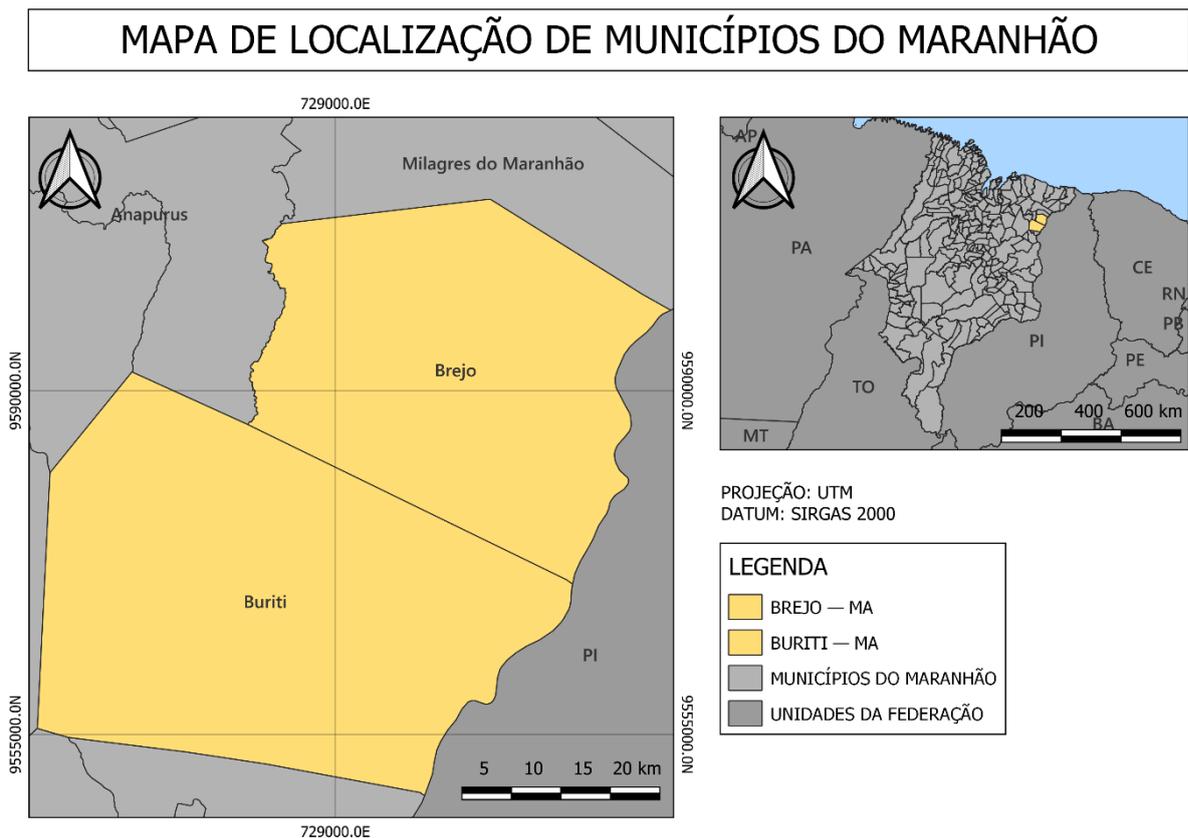
A área de estudo encontra-se localizada nos municípios de Brejo e Buriti-MA. Os mesmos estão inseridos na Mesorregião Leste maranhense, dentro da Microrregião de Chapadinha, compreendendo área de 1.073,258 km<sup>2</sup> e população estimada de 34.120 habitantes no município de Brejo, enquanto em Buriti possui uma área de 1.475,779 km<sup>2</sup>, com uma população estimada de 29.685 habitantes (IBGE, 2022).

Conforme dados obtidos do pelo (IBGE, 2010) as coordenadas geográficas das sedes municipais são registradas aproximadamente em 3°40'48" de latitude sul e 42°45' de longitude oeste e -3°56'24" de Latitude Sul e -42°55'12" de Longitude Oeste

em relação ao Meridiano de Greenwich, respectivamente.

Segundo a classificação de Köppen, o clima dos municípios é caracterizado como tropical quente e úmido (Aw), com uma temperatura média anual superior a 27 °C. O padrão sazonal das chuvas ocorre entre os meses de janeiro e junho, enquanto o período de seca se estende de julho a dezembro (Maranhão, 2002).

Conforme mapeado por Google Maps (2021), a delimitação geográfica dos municípios em estudo é definida pela sua fronteira setentrional com Milagres do Maranhão, ao sul com Buriti, a leste pelas águas do rio Parnaíba e a oeste com Anapurus (Figura 01). Ademais, o município de Buriti faz fronteira com Brejo, Anapurus, Coelho Neto, Duque Bacelar, Chapadinha, Mata Roma; e a leste, com o estado do Piauí (Figura 01). Assim estão inseridos na mais "nova fronteira agrícola" do Maranhão e do MATOPIBA.



**Figura 01.** Mapa de localização dos municípios de Brejo e Buriti-MA

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

#### **4.2. Dados de uso e cobertura da terra**

Os dados referentes ao uso e cobertura da terra foram adquiridos por meio da plataforma MapBiomas, versão 7.1 (MapBiomas, 2022), utilizando o *software* Google Earth Engine e a linguagem Script. Nesse processo, foi realizada a delimitação da área correspondente aos municípios de Brejo e Buriti, localizado no Estado do Maranhão, Brasil. A partir dessa delimitação, procedeu-se à quantificação da área (hectares) de cada tipo de uso e cobertura da terra.

Além disso, os vetores foram gerados a partir dos dados *raster*, os quais foram processados de acordo com os anos de 1992 a 2022 disponibilizados pela plataforma. Posteriormente, os dados foram integrados ao sistema de informação geográfica, no qual o *raster* correspondente ao município foi convertido em áreas e agrupado conforme o tipo de uso e ocupação da terra.

Dessa forma, foram coletados dados referentes às áreas de uso da terra para o período de 1992 a 2022, contemplando os diversos tipos de classes de uso da terra da mapeada, a saber: Formação florestal, Formação Campestre, Formação Savânica, Silvicultura, Pastagem, Mosaico de usos, Área urbanizada, Corpos d'água (Rios, lagos, etc.) e Cultivo de soja. Os produtos cartográficos resultantes foram processados por meio do *software* QGIS 3.10.10.

#### **4.3. Análises estatísticas do mapbiomas**

A análise estatística possibilitou a produção de mapas cartográficos, os quais ofereceram dados acerca do uso e ocupação da terra dentro da área específica de interesse. Posteriormente, foi realizado um estudo para verificar a porcentagem das principais classes presentes no município em relação à sua área geral. As áreas abrangidas por cada classe foram adquiridas na forma de uma planilha fornecida pela própria plataforma Mapbioma, sendo cada uma associada à área total dos municípios de Brejo e Buriti (IBGE, 2022). Dessa forma, tornou-se viável calcular o percentual de cada classe ao longo dos anos.

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

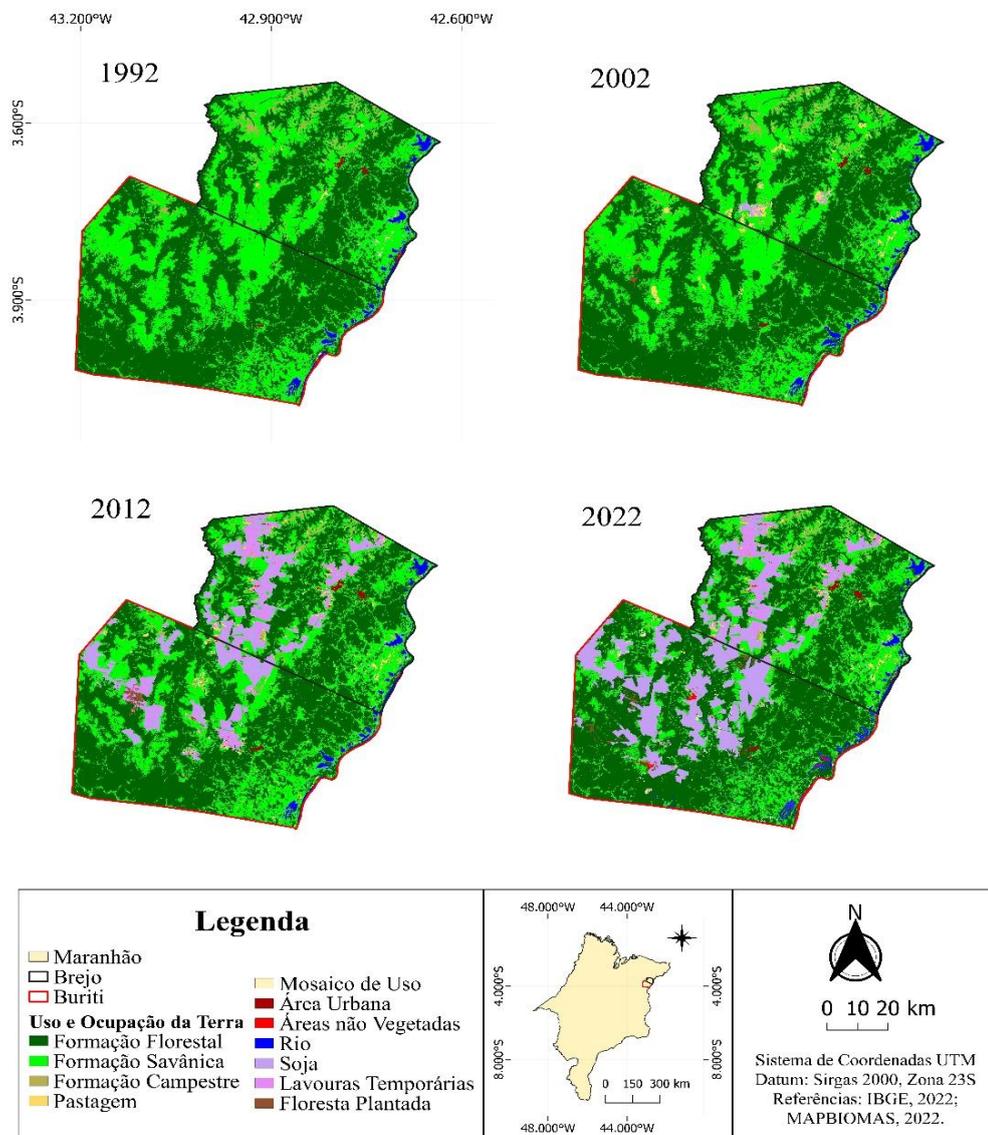
O mapeamento do uso e cobertura da terra nos municípios de Brejo e Buriti, MA, reveste-se de significativa importância, uma vez que possibilita uma análise multitemporal das condições resultantes das ações antrópicas nas diversas paisagens desses locais. Em sequência foram elaborados quatro mapas abrangendo os anos de

1992, 2002, 2012 e 2022, conforme ilustrado na Figura 02. Para cada um desses períodos, foram definidas métricas de paisagem e identificadas onze classes fundamentais de uso da terra, que permitem uma quantificação detalhada e uma compreensão aprofundada das transformações ocorridas ao longo do tempo.

**Figura 02.** Mapas do uso e ocupação de terra dos municípios de Brejo e Buriti-MA dos anos de 1992, 2002, 2012 e 2022.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Tabela 1 observou-se que entre 1992 e o início dos anos 2000, a área de



floresta no município de Brejo, no Leste maranhense, permaneceu praticamente intacta, representando 52,14% já a Savana diminuiu drasticamente caindo de 40,72%

para 23,3% da área total. Somadas, essas formações vegetais cobriam 92,86% do território, demonstrando uma dominância quase completa de ecossistemas naturais na região.

No entanto, a partir dos anos 2000, houve uma expansão significativa da produção de soja, que passou de uma ocupação quase que nula de 0,7 % da área total em 2002, para 17,40% em 2022. Esse crescimento acelerado da soja ocorreu em paralelo a uma mudança considerável no uso da terra, refletindo uma transformação na paisagem e na gestão territorial do município (Melo, 2023).

**Tabela 1** - Porcentagens das áreas de uso e ocupação da terra do município de Brejo - MA nos anos de 1992, 2002, 2012, e 2022.

Classes	1992	2002	2012	2022
	(% )			
Formação Florestal	52,1	53,2	47,2	48,5
Formação de Savana	40,7	37,5	29,6	23,2
Pastagem	3,8	3,7	2,5	1,2
Formação Campestre	0,2	2,0	1,9	4,3
Soja	-	0,7	9,3	17,4
Lavouras Temporárias	-	-	6,2	2,3
Floresta Plantada	-	-	-	-
Mosaico de Uso	0,3	0,1	0,2	0,1
Área Urbana	0,3	0,3	0,4	0,4
Áreas Não Vegetadas	0,1	0,1	0,2	0,2
Rio	1,9	1,9	1,7	1,4

Essa expansão da soja esteve fortemente correlacionada com a redução de outras formas de uso da terra. Especialmente as áreas de “Formação de Savana”, por exemplo, que sofreu uma redução de 43,05% passando de 40,72% em 1992 para 23,20% em 2022. Apesar destas formações, tradicionalmente vistas como menos produtivas, foram incorporadas e convertidas em áreas agrícolas, principalmente para o cultivo de soja. Essa mudança indica uma estratégia de aproveitamento de terras consideradas subutilizadas para expandir a produção agrícola.

Além das Savanas, as Pastagens também foram significativamente impactadas, com uma redução de 3,81% em 1992 para 1,22% em 2022, ou seja, uma diminuição de 67,89%. Esse declínio nas áreas de pastagem sugere uma mudança de uso da terra, onde áreas anteriormente utilizadas para pecuária estão sendo convertidas para cultivos agrícolas mais rentáveis, como a soja. Essa transformação está associada a

uma intensificação da atividade agrícola e uma mudança nas práticas de uso da terra.

Outro tipo de uso da terra afetado foi a Formação Florestal, que, embora tenha mostrado uma leve recuperação de 2012 a 2022, ainda sofreu uma redução global de 7,01% de 1992 a 2022. As florestas, além de desempenharem um papel crucial na manutenção da biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, frequentemente são convertidas para agricultura devido à demanda crescente por novas áreas de cultivo. Esse fenômeno é típico em regiões de fronteira agrícola, onde a pressão sobre os ecossistemas naturais aumenta devido a incorporação de novas áreas.

Esse cenário no Leste Maranhense ilustra um fenômeno mais amplo de conversão de ecossistemas naturais e semi-naturais, como Savanas e Florestas, em áreas de cultivo intensivo, particularmente para exploração da soja. Embora essa expansão agrícola possa trazer benefícios econômicos, também levanta questões sobre sustentabilidade, incluindo a conservação da biodiversidade, a manutenção de serviços ecossistêmicos e a gestão de recursos naturais.

**Tabela 2** - Porcentagens das áreas de uso e ocupação da terra do município de Buriti - MA nos anos de 1992, 2002, 2012, e 2022.

Classes	1992	2002	2012	2022
	(%)			
Formação Florestal	62,3	62,7	57,9	58,3
Formação de Savana	35,4	34,3	29,0	21,8
Pastagem	0,5	0,5	0,6	0,2
Formação Campestre	0,0	0,5	0,7	1,7
Soja	-	0,0	6,6	14,7
Lavouras Temporárias	-	0,0	2,5	0,1
Floresta Plantada	-	0,2	0,5	1,1
Mosaico de Uso	0,0	0,0	0,2	0,1
Área Urbana	0,0	0,1	0,1	0,1
Áreas Não Vegetadas	0,0	0,1	0,1	0,2
Rio	1,2	1,3	1,2	1,1

Apesar de a Formação Florestal ter permanecido como a classe predominante ao longo das três décadas analisadas, sua cobertura diminuiu de 62,3% em 1992 para 58,3% em 2022. Embora essa redução de 4 pontos percentuais possa parecer modesta em termos absolutos, representa uma perda de cerca de 6,4% de sua extensão inicial. Por outro lado, a Formação de Savana, uma das mais suscetíveis a

conversões antropogênicas, experimentou uma queda drástica, passando de 35,4% em 1992 para 21,8% em 2022. Estudos de Kohler et al. (2021) e Rocha e Nascimento (2021) sugerem que a frequência de incêndios causados por atividades humanas pode ser uma das principais causas dessa significativa redução.

Durante o período estudado, as áreas de pântano mantiveram-se bastante estáveis, variando entre 0,5% e 0,6% da cobertura total. A expansão das atividades agropecuárias é evidente nos dados relacionados a pastagem, pasto e cultivo de soja. A pastagem sofreu uma leve diminuição, de 0,5% para 0,2% entre 1992 e 2022, o que pode indicar uma conversão para sistemas de pastagem mais intensivos ou cultivo de soja. Em contraste, o pasto, que surgiu em 2002, aumentou de 0,5% (785,1 ha) para 1,7% (2516,7 ha) até 2022, evidenciando uma intensificação na pecuária. O cultivo de soja foi a classe que mais cresceu, passando de 0,0% em 1992 para 14,7% (21712,1 ha) em 2022, refletindo um crescimento exponencial tanto em produção quanto em áreas cultivadas (Floss, 2021).

As Outras Culturas Temporárias apresentaram um aumento para 2,5% em 2012, seguido por uma drástica redução para 0,1% em 2022. A Plantação Florestal surgiu como uma classe emergente, com um crescimento de 0,2% em 2002 para 1,1% em 2022, impulsionado pelo aumento na plantação de eucalipto e pinus, associado a incentivos para a produção de madeira e celulose (Moreira, 2017). As classes relacionadas à Infraestrutura Urbana e Outra Área Não Vegetada mantiveram uma presença relativamente baixa, variando entre 0,0% e 0,2%, indicando que a região ainda não passou por um processo intenso de urbanização ou industrialização. Finalmente, as áreas de corpos d'água (rio, lago e oceano) apresentaram uma leve redução de 1,2% em 1992 para 1,1% em 2022, uma variação pequena que pode estar relacionada a fatores como desmatamento em áreas ribeirinhas, mudanças climáticas e uso intenso do solo, afetando a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos.

**Tabela 3** - Valores das áreas (ha) dos diferentes usos e ocupação da terra do município de Brejo e Buriti - MA nos anos de 1992, 2002, 2012 e 2022.

Classes	Brejo				Buriti			
	1992	2002	2012	2022	1992	2002	2012	2022
Formação Florestal	55963,5	57063,9	50664,9	52036,5	91873,0	92474,7	85461,0	86070,3
Formação de Savana	43706,0	40297,1	31787,5	24897,2	52225,5	50569,8	42857,1	32148,3
Pastagem	4087,4	3943,9	2691,6	1313,3	719,7	689,4	894,9	288,4
Pasto	177,3	2106,7	2083,8	4586,2	23,2	785,1	1080,9	2516,7
Soja	-	708,6	9958,9	18669,6	-	12,1	9778,2	21712,1
Outras Culturas Temporárias	-	29,2	6643,7	2481,7	-	-	3639,8	184,2
Plantação Florestal	-	1,9	0,8	11,2	-	239,8	704,1	1553,2
Mosaico de Uso da Terra	302,2	76,5	260,2	93,8	30,9	20,6	291,3	215,6
Infraestrutura Urbana	299,6	337,6	433,4	476,7	57,3	100,5	133,3	163,1
Outra Área Não Vegetada	98,7	110,3	205,3	234,9	49,8	109,3	196,8	253,2
Rio, Lago e Oceano	1986,7	2030,1	1868,1	1486,3	1839,9	1938,4	1716,7	1562,1
<b>Total</b>	106621,4	106705,8	106598,2	106287,4	146819,3	146939,7	146754,1	146667,2

A Tabela 3 mostra que houve alterações significativas na utilização do solo em Brejo e Buriti, MA, entre 1992 e 2022. Em Brejo, observou-se uma diminuição nas áreas de Formação Florestal e Formação de Savana, enquanto a área destinada à soja aumentou de 708,6 ha para 18.669,6 ha, indicando uma expansão agrícola considerável. Este crescimento está ligado à localização estratégica dos municípios, com acesso a importantes portos como: Itaqui, Suape e Fortaleza, o que favoreceu o desenvolvimento econômico local e o estabelecimento de indústrias e comércios na região MATOPIBA (Castillo, 2021).

Em Buriti, padrões semelhantes são notados, com redução nas áreas de Formação Florestal e Savana, aumento na soja e crescimento da urbanização. A diminuição de corpos d'água e a expansão de áreas não vegetadas sinalizam uma intensificação do uso da terra e urbanização. Essas mudanças ressaltam a necessidade de implementar políticas que harmonizem o crescimento econômico com a conservação ambiental, visando um desenvolvimento sustentável e a mitigação de impactos ambientais negativos.

Portanto, é crucial considerar políticas públicas que equilibrem o desenvolvimento agrícola com a conservação ambiental, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e protegendo ecossistemas críticos. Dessa forma, pode-se buscar um desenvolvimento territorial que sustente a produtividade econômica sem comprometer a integridade ambiental e a resiliência dos ecossistemas.

## **6. CONCLUSÃO**

A análise do uso e cobertura da terra em Brejo e Buriti, MA, entre 1992 e 2022 revela mudanças substanciais na paisagem regional. Em Brejo, houve uma significativa redução na Formação Florestal e na Formação de Savana, com uma expansão notável da área dedicada ao cultivo de soja, que passou de 0,7% para 17,4% da área total. A conversão de áreas de vegetação nativa para uso agrícola intensivo e a diminuição das pastagens indicam uma transformação marcante nas práticas de uso da terra.

Em Buriti, o padrão é semelhante, com uma redução na Formação Florestal e na Formação de Savana, e um crescimento exponencial na área de soja, de 0% para 14,7%. A introdução e expansão da Plantação Florestal também são notáveis. Embora a urbanização seja limitada e os corpos d'água apresentem uma pequena redução, a intensificação agrícola é clara.

Essas mudanças ressaltam a necessidade urgente de políticas públicas que conciliem crescimento econômico e conservação ambiental. Para garantir um desenvolvimento sustentável, é fundamental adotar práticas agrícolas que minimizem impactos negativos sobre os ecossistemas e preservem os recursos naturais essenciais.

## 7. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AUGUSTO, C. A. et al. A influência da inovação tecnológica na competitividade e nas relações de trabalho em usinas de açúcar e álcool paranaenses. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.14, n.1, p.1-14, 2012.
- Barnes, A. D., Allen, K., Kreft, H., Corre M. D., Jochum, M., Veldkamp, E., Clough, Y., Daniel, R., Darras, K., Denmead, L. H., Haneda, N. F., Hertel, D., Knohl, A., Kotowska, M. M., Kurniawan, S., Meijide, A., Rembold, K., Prabowo, W. E., Schneider, D., Tschardtke, T., Brose, U. Direct and cascading impacts of tropical land-use change on multi-trophic biodiversity. **Nature Ecology & Evolution**, v.10, p.1511–1519, 2017. DOI: 10.1038/s41559-017- 0275-7
- Betts, M. G., Wolf, C., Ripple, W. J., Phalan, B., Millers, K. A., Duarte, A., Butchart, S. H. M., Levi, T. Global forestloss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. **Nature**, v.547, p.441-444, 2017. DOI: 10.1038/nature23285
- BRASIL - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Quarto inventário nacional de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de Referência “Setor Uso da Terra. Mudança do Uso da Terra e Florestas” [online].2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/ptbr/acompanhe-omcti/sirene/publicacoes/relatoriode-referenciasetorial> Acesso em 17 abr. 2024.
- CABRAL, D. D. R. Resistências frente às brutalidades e expulsões: camponeses e gaúchos em confronto no município de Buriti, Maranhão. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v.12, p.28602–28620, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N12-194.
- CARVALHO, A. M.; MARCHÃO, R. L.; SOUZA, K. W.; BUSTAMANTE, M. M. C. Soil fertility status, carbon and nitrogen stocks under cover crops and tillage regimes. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.5 (Especial), p.914-921, 2014.
- CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia, GO: ed. UFG, 2001.
- CORREIA FILHO, Francisco Lages; GOMES, Érico Rodrigues; NUNES, Ossian Otávio; LOPES FILHO, José Barbosa.**Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Buriti**. CPRM, 2011. Disponível em:

<https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15423/1/rel-buriti.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

CÔRTEZ, J. C.; D'ANTONA, Á. de O. Dinâmicas no uso e cobertura da terra: perspectivas e desafios da Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.31, p.191-210, 2014.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.30, n.4, p.379-390, 2008.

GASPAR, R. B. **O eldorado dos gaúchos: deslocamento de agricultores do Sul do país e seu estabelecimento no Leste Maranhense**. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais São Luís, 2010.

Giam, X. Global biodiversity loss from tropical deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.114, p.5775- 5777, 2017. DOI: 10.1073/pnas.1706264114.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>> Acesso em: 19 abr. 2024.

GRECCHI, R. C. Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: A multidisciplinary approach to assess the impacts of agricultural expansion. **Applied Geography**, v.55, p.300-312, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.09>.

Guerrero, J. V. R.; Moschini, L. E.; Chaves, M. E. D.; Mataveli, G. A. V.; Morato, R. G.; Kawakubo, F S. Abordagem GEOBIA para a análise da dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal no município de Brotas-SP, Brasil. **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, v.26, p.21-41, 2020.

IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/buriti/panorama>. Acesso em: 20 abri. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12789-asi-ibge-lanca-o-mapa-de-biomas-do-brasil-e-o->

mapa-de-vegetacao-do-brasil-em-comemoracao-ao-dia-mundial-da-biodiversidade. Acesso em: 25 abri. 2024

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2023. INPE. Instituto IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2016 – 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Taxas de desmatamento. 2024.** Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em 18 de julho de 2024.
- KAUL, H.A.; SOPAN, I. Land use land cover classification and change detection using high resolution temporal satellite data. **Journal of Environment**, v.1, n.4, p.146-15, 2012.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.707-713, 2005. <<https://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>>.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Orgs). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Informações Tecnológicas, v. 2, 2008
- LIPING, C.; YUJUN, S.; SAEED, S. Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. **PLoS ONE**, v.13, n.7, p. 01-02, 2018.
- MapBiomias. Projeto MapBiomias – Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil – Coleção 7. Disponível: Acesso em: 29 Julho. 2024.
- MARANHÃO - Governo do Estado do Maranhão. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN**. Atlas do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 39 p. 2002.
- MARRA, D.; MILANI, S. E. **O Cerrado é uma floresta de cabeça para baixo: análise semântica da unidade lexical “Cerrado”**. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/norteamentos/article/view/7122/6193>
- Mittermeier, R. A.; Gil, P. R.; Hoffmann, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C. G.; Lamoreux, J.; Fonseca, G. A. B. **Hotspots revisited: earth’s biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. CEMEX, México City. 2004.
- MOREIRA, T. R. Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no Município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.2, p.141-152, 2015.

- OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; WENDLAND, E. Orders of magnitude increase in soil erosion associated with land use change from native to cultivated vegetation in a Brazilian savannah environment. **Earth surface processes and landforms**, v.40, p.1524-1532, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/esp.3738>.
- PAIVA, A. O.; REZENDE, A. V.; PEREIRA, R. S. Estoque de Carbono em Cerrado sensu stricto do Distrito Federal. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.527–538, 2011. 10.1590/S0100-67622011000300015.
- PRESOTI, A. E. P. **Avaliação de impactos ambientais da sojicultura em um ecossistema aquático da microrregião de Chapadinha, MA**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós Graduação em Sustentabilidade em Ecossistema, 2008
- QUINTÃO, J. M. B. Mudanças do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, Emissões de GEE e Políticas em Curso. **Ciência e Cultura**. v.73 n.1 p. 18-19, p.1-10, 2021. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602021000100004>.
- Souza, CM, Jr.; Rosa, MR; Parente, LL; A. Alencar, A.; Rudorff, BFT; Hasenack, H.; Matsumoto, M.; G. Ferreira, L.; Souza-Filho, PWM; et al. Reconstruindo três décadas de mudanças no uso e cobertura da terra em biomas brasileiros com Landsat Archive e Earth Engine. *Remote Sens.*, v.12, p.2735, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>.
- REGHINI, F. L.; CAVICHIOLI, F. A. Utilização de geoprocessamento na agricultura de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v.17, n.1, p.329-339, 2020.
- ROMEIRO, M; COSTA, K; CARNEIRO FILHO, A; OLIVEIRA, M; ALVES, Í. **CERRADO Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável: Expansão da soja**. [s.l.: s.n.]. Disponível em:<<https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2018/06/CERRADO-CAMINHOS-PARAOCUPACAO-TERRITORIAL-SUSTENTAVEL-EXPANSÃO-DA-SOJA-FINAL.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- SÁ, J. C. M.; SÉGUY, L.; TIVET, F.; LAL, R.; BOUZINAC, S.; BORSZOWSKI, P. R.; BRIEDIS, C.; SANTOS, J. B.; HARTMAN, D. C.; BERTOLONI, C. G.; ROSA, J.; FRIEDRICH, T. Carbon depletion by plowing and its restoration by no-till cropping systems in Oxisols of subtropical and tropical agro-ecoregions in Brazil. **Land Degradation & Development**, v.26, n.6, p.531-543, 2013.
- SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JÚNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.;

- SCHÜLER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v.232, p.818-828, 2019.
- SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza – Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNESP: Saber Acadêmico**, v.10, p. 57-67, 2010.
- SCHLESINGER, S.; NUNES, S. P.; CARNEIRO, M. S. Agricultura familiar da soja na região sul e o monocultivo no Maranhão: duas faces do cultivo da soja no Brasil. Rio de Janeiro: FASE, 2008.
- SEABRA, V. da S.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, v.25, p.411-426, 2013.
- SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, 2023. Série histórica. <https://seeg.eco.br/> (Acesso em 1 agosto 2024).
- SILVA, C. O. da. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento agrícola para cana-de-açúcar irrigada do estado do Piauí. 2016. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143953/silva\\_co\\_dr\\_bot.pdf](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143953/silva_co_dr_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y)> Acesso em: 28 mai.2022.
- SILVA, E. B. da; FERREIRA JÚNIOR, L. G.; ANJOS, A. F. dos; MIZIARA, F. A expansão da fronteira agrícola e a mudança de uso e cobertura da terra no centro-sul de Goiás, entre 1975 e 2010. **Ateliê Geográfico**, v.7, n.2, p.116-138, 2013.
- Silva, J. L.; Tonello, K. C.; Valente, R. A.; Mingoti, R. Diagnóstico ambiental como subsídio à restauração florestal e manutenção hidrológica da bacia do ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas – SP. **Irriga**, 21, 1, 1-13, 2016.
- Soares, L. V.; Melo, R.; Oliveira, W. S.; Souza, P. M.; Schmiele, M. Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. In H. Lewis (Ed.), *Bread: Consumption, cultural significance and health effects* (Chap. 5, pp. 125-160). New York: Nova Publisher. 2017.
- SOUZA JR., C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L. v Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v.12, n.17, p.1- 27, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>

- SPERA, S. A.; GALFORD, G. L.; COE, M. T.; MACEDO, M. N.; MUSTARD, J. F. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. *Global Change Biology*, v.22, p.3405-3413, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/gcb.13298>.
- SPINELLI-ARAUJO, L; BAYMA-SILVA, G; TORRESAN, Fábio Enrique; VICTORIA, Daniel; VICENTE, L; BOLFE, E; MANZATTO, Celso. **Documentos 108**: conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário atual em dados geoespaciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 28 p.
- STRASSBURG, B. B. N. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, v.1, n.4, p.13–15, 2017.
- VAEZA, R. F; FILHO, P. C de O.; MAIA, A. G; DISPERATI, A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v.12, n.1, p. 23-29, 2010.
- VANZELA, Luiz S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.55-64, 2010.
- Yu, W.; Weiqi, Z.; Yuguo, Q.; Jingli, Y. A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method. **Remote Sensing of Environment**, 177, 37-47, 2016.
- ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017.