

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

LUIS FERNANDO CIRQUEIRA DA SILVA CORREIA

**EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO MARANHENSE ENTRE
OS ANOS DE 2001 – 2023**

**SÃO LUÍS, MA
2025**

LUIS FERNANDO CIRQUEIRA DA SILVA CORREIA

**EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO MARANHENSE ENTRE
OS ANOS DE 2001 – 2023**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-
Graduação em CIÊNCIAS &
TECNOLOGIA AMBIENTAL
da Universidade Federal do
Maranhão como requisito à
obtenção do título de
MESTRE.

Orientador(a): Prof. Dr. Sergio Souza Costa

Linha de pesquisa: Biotecnologias e Tecnologias Aplicadas ao Meio Ambiente

SÃO LUÍS, MA
2025

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

Correia, Luis Fernando Cirqueira da Silva.

EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO MARANHENSE ENTRE OS
ANOS DE 2001 2023 / Luis Fernando Cirqueira da Silva
Correia. - 2025.

49 p.

Coorientador(a) 1: Denilson da Silva Bezerra.

Orientador(a): Sergio Souza Costa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciência e Tecnologia Ambiental/ccet, Universidade Federal
do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Maranhão. 2. Terras Indígenas. 3. Sensoriamento
Remoto. I. Bezerra, Denilson da Silva. II. Costa, Sergio
Souza. III. Título.

LUIS FERNANDO CIRQUEIRA DA SILVA CORREIA

EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO MARANHENSE ENTRE
OS ANOS DE 2001 – 2023

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-
Graduação em CIÊNCIAS &
TECNOLOGIA AMBIENTAL
da Universidade Federal do
Maranhão como requisito à
obtenção do título de
MESTRE.

Aprovada em 28/02/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Souza Costa
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Cláudio Luís de Araújo Neto
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^a. Dr^a. . Taíssa Caroline Silva Rodrigues
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL

SÃO LUÍS, MA
2025

AGRADECIMENTOS

Nesse ciclo de 2 anos em que estive como discente no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, fiz amizades incríveis e gostaria encarecidamente de agradecer as pessoas de Jennifer da Cruz Arouche Silva e Luzidelma do Nascimento Freitas Rocha, pela amizade e atenção que disponibilizaram a minha pessoa durante todo o período de curso, me proporcionando um crescimento pessoal gigantesco e sempre oferecendo os melhores conselhos possíveis, a minha ilustre coordenadora de curso, Marianna Basso Jorge, pela paciência e cordialidade, ao me ajudar em diversas demandas.

O agradecimento mais especial será direcionado ao meu orientador, professor Sérgio Souza Costa, que aceitou participar desse desafio acadêmico, me direcionando e orientando da forma mais responsável e sensata possível, ao meu ilustre coorientador Denílson da Silva Bezerra e meu colega de orientação Thomas Malheiros.

Expresso meus sinceros agradecimentos a minha família, em especial a minha mãe, dona “Santa” que sempre esteve me apoiando nos bons e maus momentos, a meu pai que infelizmente não pode presenciar esse momento, aos meus irmãos (Mateus, Tananda, Benilson e Roberto), em especial ao meu amigo, professor, orientador de TCC e supervisor de estágio, Mauricio Eduardo Chaves e Silva, por sempre estar disposto a colaborar com meu crescimento intelectual.

Por fim, meus sinceros agradecimentos a Universidade Federal do Maranhão e a Capes (bolsa), por possibilitarem essa gigantesca oportunidade de crescimento intelectual e pessoal na minha vida.

RESUMO

No Maranhão, o Cerrado cobre aproximadamente 65% da área do estado. Nas últimas duas décadas o bioma tem sofrido intensa pressão de desmatamento. O Maranhão subiu da quinta para a primeira posição no ranking de desmatamento nacional, contando com 13 dos 50 municípios com mais elevados índices de desmatamento no intervalo dos últimos quatro anos (2019-2022). Baseado em dados do PRODES, este trabalho examina a evolução temporal do desmatamento (absoluto e relativo) no Maranhão nos últimos 22 anos, considerando diferentes divisões territoriais. Em todo cerrado, observou-se uma tendência de queda no desmatamento até 2013, seguida por um aumento expressivo a partir de 2020. A análise por microrregiões revela que o desmatamento ocorreu em todo o Cerrado Maranhense. As microrregiões de Presidente Dutra, Caxias e Chapadinha apresentaram as maiores variações no desmatamento. Em Presidente Dutra, a área desmatada saltou de 44% para 82%. Entre os municípios, Balsas registrou o maior desmatamento absoluto, enquanto o Governador Eugênio Barros teve o maior aumento proporcional de desmatamento, passando de 26% para 89% da área desmatada em 22 anos. Através de uma análise visual e utilizando uma grade regular, foi demonstrado como o desmatamento tem ocorrido de maneira ampla por todo o Cerrado Maranhense.

PALAVRAS-CHAVE: Maranhão. Terras Indígenas. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

In Maranhão, the Cerrado covers approximately 65% of the state's area. Over the past two decades, the biome has been under intense deforestation pressure. Maranhão has risen from fifth to first place in the national deforestation ranking, with 13 of the 50 municipalities with the highest deforestation rates in the last four years (2019-2022). Based on PRODES data, this study examines the temporal evolution of deforestation (absolute and relative) in Maranhão over the past 22 years, considering different territorial divisions. Across the Cerrado, a downward trend in deforestation was observed until 2013, followed by a sharp increase from 2020 onwards. The analysis by microregions reveals that deforestation has occurred throughout the Maranhense Cerrado. The microregions of Presidente Dutra, Caxias, and Chapadinha showed the most significant variations in deforestation. In Presidente Dutra, the deforested area jumped from 44% to 82%. Among municipalities, Balsas recorded the highest absolute deforestation, while Governador Eugênio Barros had the highest proportional increase in deforestation, rising from 26% to 89% of the deforested area in 22 years. Through visual analysis and the use of a regular grid, it was demonstrated how deforestation has occurred extensively throughout the Maranhense Cerrado.

KEYWORD: Maranhão. Indigenous Lands. Remote Sensing.

SUMÁRIO

Nº de página

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Aspectos relevantes sobre o Bioma Cerrado a nível Brasil	10
2.2 Cerrado a nível Maranhão	14
2.3 PRODES Cerrado, TerraBrasilis, DETER Cerrado	15
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
REFERENCIAS.....	18
4. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO.....	21
5. CONTRIBUIÇÕES ATRELADAS A DISSERTAÇÃO.....	43
5.1 Importância Social	43
5.2 Importância Econômica.....	43
5.3 Importância Ambiental.....	43
ANEXOS	44
NORMAS DA REVISTA	44

1. INTRODUÇÃO

O termo “desmatamento”, está diretamente ligado às diferentes modalidades de derrubada de florestas, as quais são genericamente denominadas (Homma, 1998). O Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), define o desmatamento como sendo a perda de floresta primária a partir do corte raso, sendo a cobertura florestal removida e substituída por outras formas de coberturas e/ou usos, e tendo como área mínima de identificação por satélite um tamanho superior a 6,25 hectares (INPE, 2013).

No Brasil, a problemática do desmatamento tem ocorrido em diferentes regiões e biomas, sendo o bioma Cerrado um dos mais afetados, enfrentando sérios desafios devido à conversão de áreas de Cerrado em terras agrícolas e pastagens, isso tem levado à perda de habitat, devido ao desmatamento e à degradação do solo (Silva & Teixeira, 2023).

O Cerrado, pode ser considerada a mais diversificada savana tropical do mundo (Brasil, 2017), composta por um complexo de fitofisionomias, de formações e um mosaico de comunidades, cuja biodiversidade não se limita às espécies, pois as formações e os ambientes de vida consequentemente, constituem uma das maiores riquezas do Brasil (Coutinho, 2006).

O Cerrado brasileiro ocupa uma área de 2.036.448 Km², o que representa 23% do território nacional, e compreende os estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo.

O bioma destaca-se pela sua rica biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas e abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas (Mamede & Pasa, 2019). Isso decorre devido a sua vasta extensão territorial, posição geográfica privilegiada e por ser cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata).

A partir da década de 1960 e 1970, o cerrado brasileiro passou a ser o principal alvo da exploração agrícola, embora a conversão do Cerrado tenha começado na década de 1960 (Klink & Machado 2005; Sano, Rosa, Brito, & Ferreira, 2010), o ritmo do desmatamento aumentou consideravelmente nas últimas duas décadas (Strassburg *et al.*, 2017).

A perda de arbustos e árvores com raízes profundas nesta região, altera o armazenamento de carbono e a evapotranspiração, o que pode contribuir para uma transição climática para temperaturas mais quentes e uma menor quantidade de chuva (Spera *et al.*, 2016). A redução dos estoques restantes de carbono, também poderia prejudicar a capacidade do Brasil de cumprir as metas do tratado climático para emissões de gases de efeito estufa (Aguilar *et al.*, 2016; Coe *et al.*, 2017).

O desmatamento da vegetação do Cerrado ocorre principalmente em decorrência de suas características físicas e climáticas (planícies, boas condições climáticas, solos de fácil correção) e disponibilidade de mão de obra barata, o que proporcionou o surgimento do celeiro agrícola atual (Chaveiro; Castilho, 2010).

No contexto do Estado do Maranhão, o bioma ocupa uma área, aproximada, de 181.000 Km², o que equivale a 65% do território estadual. Essa área se configura em um conjunto de paisagens e de ecossistemas transicionais entre a Amazônia, a Caatinga e a Zona Costeira (considerando os compartimentos naturais heterogêneos que caracterizam o Norte do Maranhão), os Cerrados maranhenses apresentam-se como um macro-espço favorável em recursos naturais para a ocorrência de corredores ecológicos (Batistella *et al.*, 2014).

Segundo dados do Relatório Anual de Desmatamento (RAD, 2023), o estado do Maranhão é um dos principais responsáveis pelo desmatamento no bioma, com uma participação significativa em relação ao total do desmatamento no Cerrado.

Em 2023 o estado saiu da quinta posição para a primeira no ranking de desmatamento no Brasil, com um aumento de 95,1% e uma perda de 331.225 hectares de vegetação nativa (MAPBIOMAS, 2024). Este crescimento é

alarmante e demonstra a falta de fiscalização e autorizações públicas no estado (RAD, 2023). Este fato é preocupante e destaca a necessidade de ação imediata para proteger a vegetação nativa.

Nesse contexto, o Maranhão tem 13 dos 50 municípios que mais desmataram nos últimos 4 anos, o que é um indicador claro da gravidade da situação (RAD, 2023). Contudo, relatórios como do Mapbiomas tem dado destaque a estes grandes desmatamentos, que tendem a ser detectados em municípios de grande extensão, como os municípios do Sul Maranhense.

Existem alguns trabalhos que abordam a questão do desmatamento no cenário do Cerrado Maranhense, entre esses é possível citar Araújo & Fonseca (2023) que realizaram uma análise Multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre os anos de 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital, Almeida, Sodré & Junior (2019) que investigaram os Impactos da expansão do agronegócio na microrregião de Chapadinha, Silva *et al.* (2015) realizaram a análise da Dinâmica do uso e cobertura da terra na mesorregião Sul Maranhense, Braga *et al.*, (2024) realizou a análise das mudanças de uso e cobertura da terra na região metropolitana do sudoeste maranhense: um estudo na interface de transição entre Cerrado e Amazônia.

Portanto, baseado na reduzida quantidade de estudos relevantes que apresentem dados sobre a evolução temporal do desmatamento na região de Cerrado no estado do Maranhão, este estudo tem como objetivo: analisar a evolução temporal do desmatamento no bioma Cerrado no estado do Maranhão no intervalo temporal de 23 anos (2000-2023), identificando as tendências de desmatamento absoluto e relativo, e avaliando as variações regionais e municipais para fornecer uma compreensão detalhada das dinâmicas de desmatamento e suas implicações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos relevantes sobre o Bioma Cerrado a nível Brasil

O Bioma Cerrado está situado no Planalto Central, com uma área de 2.036.448 km², que corresponde a 23,92% do território brasileiro (EMBRAPA, 2008). Trata-se de um complexo vegetacional que abrange fisionomias como formações savânicas, florestais e campestres. Esse bioma ocupa parte dos estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo.

O Bioma Cerrado apresenta áreas de transição com quase todos os biomas brasileiros, a única exceção é o Bioma Pampa, localizado no sul do país. Predominantemente formado por latossolos, tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, também são encontradas grandes extensões de solos concrecionários. O clima predominante na região é tropical chuvoso, caracterizado por verões quentes e invernos secos (Sano, De Almeida, Ribeiro, 2008).

Oliveira *et al.*, (2017) caracteriza o Cerrado brasileiro como o segundo maior bioma da América Latina, com mais de 200 milhões de hectares. Sendo considerada a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade (fauna e flora).

Em decorrência da sua vasta extensão territorial, posição geográfica privilegiada e ser cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o Cerrado destaca-se pela sua rica biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas, a região abriga 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas (Mamede & Pasa, 2019).

As condições climáticas predominantes no bioma são bastante particulares, sendo que o clima o tropical sazonal predomina, a região apresenta uma precipitação pluviométrica anual com média de 1.500 mm, sendo que 90% das chuvas ocorrem entre os meses de outubro e março, definindo período chuvoso e de estiagem como os dois preponderantes do bioma (Soares *et al.*, 2017).

Sendo considerado um *hotspot* de biodiversidade, o Cerrado consiste em um mosaico de fitofisionomias, com altos níveis de endemismo e biodiversidade severamente ameaçada, esse bioma possui 5% de todas as espécies do mundo e 30% das espécies do Brasil, no entanto mais de 50% do bioma já foi desmatado e apenas 3% está em unidades de conservação integral, sendo que uma em cada quatro espécies ameaçadas de extinção no Brasil estão presentes no Cerrado (Gomes *et al.*, 2019). Além da importância da biodiversidade, o Cerrado é altamente relevante para o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, mantidos pelos seus regimes de fogo (Assis *et al.*, 2021).

O Cerrado é um bioma de grande heterogeneidade e, embora compartilhe diversas fisionomias com outros biomas, sua flora é única e pode ser caracterizada por plantas com alto potencial medicinal, alimentício, madeireiro e melífero (Sano, De Almeida, Ribeiro, 2008).

Muitas espécies medicinais presentes no Cerrado, possuem características morfológicas especiais, como xilopódios e cascas que acumulam reservas, frequentemente contendo substâncias farmacologicamente ativas. Com base no conhecimento empírico tradicional sobre essas plantas, diversas descobertas valiosas para a medicina já foram realizadas (Vieira & Martins, 1996).

Muitas das espécies nativas do Cerrado podem ser utilizadas na alimentação, como produtos processados ou na forma *in natura*, esses aspectos estimulam o interesse de indústrias por inovação. Estima-se que aproximadamente 80% da população de países emergentes utilize algum tipo de medicina tradicional (Vieira & Martins, 1996; Farnsworth & Soerjato, 1985).

A diversidade de ambientes presente no Cerrado é notavelmente distinta na estrutura horizontal, ao contrário de ecossistemas como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, onde a variação ocorre principalmente em função da estratificação vertical, criando diferentes condições para o desenvolvimento de espécies (Machado *et al.*, 2004).

Ribeiro e Walter (2008) destacam que a vegetação do Cerrado é classificada em onze tipos fisionômicos distintos, com base em sua estrutura,

formas de crescimento predominantes, variações estacionais, composição florística e fatores edáficos, sendo elas:

Mata Ciliar, descrita por Eiten, (1972) como um complexo de florestas que acompanham as margens de rios de médio e grande porte, distinguindo-se da Mata de Galeria por não formar uma cobertura contínua sobre os cursos d'água. Sua largura geralmente não ultrapassa 100 metros em cada margem e apresenta características específicas na composição das espécies vegetais e no padrão de perda de folhas (semideciduidade).

Já a Mata de Galeria descrita por Ribeiro e Walter (2008) é um tipo de vegetação florestal que se desenvolve ao longo de rios menores e córregos, formando corredores densos que cobrem o curso d'água, conhecidos como galerias. Essa vegetação é caracterizada por ser perenifólia, mantendo suas folhas durante todo o ano. A altura das árvores varia entre 20 e 30 metros, com uma cobertura arbórea que vai de 70% a 95%.

Segundo o IBGE (2012) a vegetação Mata Seca é composta por florestas que apresentam diferentes níveis de perda de folhas durante a estação seca, influenciados principalmente pela profundidade e pelas características físico-químicas do solo. Essas formações não estão associadas a cursos d'água e geralmente ocorrem em solos ricos em nutrientes.

Já o Cerradão é uma formação florestal que apresenta características xeromórficas, com árvores de altura média entre 8 e 15 metros. Suas copas formam uma cobertura densa, variando de 50% a 90% do solo. É comum encontrar nessa vegetação espécies típicas do Cerrado em sentido restrito, adaptadas às condições ambientais da região (Ribeiro & Walter, 2008).

O Cerrado em sentido restrito é uma formação vegetal caracterizada por uma cobertura arbórea que varia de 20% a 50%, com árvores de pequeno porte, geralmente entre 3 e 6 metros de altura. Essas árvores possuem troncos tortuosos, ramificações irregulares e retorcidas, coexistindo com arbustos e subarbustos dispersos. Em decorrência da influência de diversos fatores ambientais, podem ser identificados diferentes subtipos fisionômicos, como o Cerrado Denso, o Cerrado Típico, o Cerrado Ralo e o Cerrado Rupestre (Ribeiro & Walter, 2008).

Já o Parque Cerrado é apontado como uma formação de savana, caracterizada pela presença de árvores dispostas em pequenas elevações do terreno, chamadas de “murundus”, que podem ser difíceis de perceber. A cobertura arbórea varia entre 5% e 20%, com altura média de 3 a 6 metros. Os solos dessa região podem apresentar características hidromórficas devido ao acúmulo de água, sendo melhor drenados nas elevações (murundus) do que nas áreas planas ao redor (Eiten, 1972).

Ribeiro & Walter (2008) descrevem o Palmeiral como uma formação de savana que se destaca pela presença predominante de uma única espécie de palmeira, com uma quantidade reduzida de árvores dicotiledôneas. Normalmente, essa formação ocorre em terrenos bem drenados, embora também possa ser encontrada em áreas brechosas, como aquelas dominadas pelas espécies *Mauritia flexuosa* L. (buriti) ou *Mauritia armata* Mart. (buritirana).

Para a Embrapa (2021) a Vereda é uma fitofisionomia marcada pela presença da palmeira buriti, que se encontra entre grupos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas, em solos hidromórficos que permanecem saturados por grande parte do ano. Os buritis possuem altura média de 12 a 15 metros e a cobertura arbórea varia entre 5% e 10%.

O Campo Sujo é uma formação predominantemente herbáceo-arbustiva, composta por arbustos e subarbustos dispersos, além de indivíduos de espécies típicas do Cerrado sentido restrito, porém menos desenvolvidos. De acordo com as características ambientais, especialmente a profundidade do lençol freático, essa formação pode ser dividida em três subtipos fisionômicos: Campo Sujo Seco, Campo Sujo Úmido e Campo Sujo com Murundus (Ribeiro & Walter, 2008).

O Campo Limpo na visão de Eiten, (1972) é uma vegetação predominantemente herbácea, com poucos arbustos e ausência de árvores. Essa formação apresenta subtipos, que variam conforme as condições ambientais relacionadas à umidade do solo e à topografia. Os principais subtipos são: Campo Limpo Seco, Campo Limpo Úmido e Campo Limpo com Murundus.

A Embrapa (2021) sugere que Campo Rupestre é uma formação predominantemente herbáceo-arbustiva, com algumas arvoretas que podem atingir até 2 metros de altura. Normalmente, ocorre em altitudes superiores a 900

metros, embora também seja encontrado em áreas acima de 700 metros, formando paisagens com microrrelevos e espécies típicas em locais com afloramentos rochosos.

O Bioma Cerrado tem sofrido grandes transformações, o que resultam em diversos danos ambientais, como a fragmentação de paisagens, perda de biodiversidade, invasão de espécies exóticas, alterações nos regimes de fogo, poluição das águas, erosão do solo, entre outros impactos negativos.

Sano, Almeida, Ribeiro (2008) sugerem que há um risco significativo de que o Cerrado possa perder grande parte da sua biodiversidade, sem que ela tenha sido sequer descoberta, pois o conhecimento atual sobre esse bioma é considerado ainda muito limitado em relação à sua verdadeira riqueza. Diante disso, é fundamental um esforço multidisciplinar que envolva profissionais de diversas áreas, com o objetivo de conhecer e proteger melhor esse bioma, que está cada vez mais ameaçado pela ação humana.

Uma possível solução para esse problema seria intensificar a quantidade de áreas de Unidades de Conservação, pois o Brasil atualmente possui aproximadamente 18% do seu território preservado pela presença de Unidades de Conservação. Sendo que o bioma amazônico possui cerca de 28% de área protegida, sendo seguido por Mata Atlântica (9,5%) e Caatinga (8,83%).

O Cerrado vem em seguida com 8,26% de sua área com presença de unidades de conservação, o que exemplifica a importância da implementação de políticas públicas visando a busca pela proteção de outros biomas, dentre os quais se destaca o Cerrado, que se caracteriza por atualmente ser considerado a nova fronteira agrícola a ser explorada no país (Soares-filho *et al.*, 2014; Araújo *et al.*, (2019).

2.2 Cerrado a nível Maranhão

O estado do Maranhão, localizado na região Nordeste do Brasil, é o oitavo maior em extensão territorial, abrangendo uma área de aproximadamente 332 mil km² e subdividido em 217 municípios (Batistella *et al.*, 2014). Deste total, cerca de 181 mil km² (equivalente a 64% da área do estado) são ocupados pelo

bioma Cerrado, um complexo vegetacional caracterizado por ecótonos e uma gigantesca diversidade de fitofisionomias. Essas formações variam desde áreas com predominância de espécies arbóreas, que formam um dossel contínuo, até campos abertos com vegetação predominantemente herbácea e arbustiva.

Além dos diversos aspectos ambientais, o Cerrado maranhense apresenta importância social e econômica, uma vez que parte da população complementa a sua renda através da comercialização de produtos florestais não madeireiros como frutos e ervas medicinais (Spinelli-Araujo *et al.*, 2016).

Neres & Conceição (2010) apontam que essa região apresenta elevado nível de perturbação antrópica de seus ecossistemas naturais, sendo a fragmentação de habitat, o principal propulsor da ameaça de sua biodiversidade, isso evidencia a imensa necessidade de mais estudos com o intuito de investigar questões ambientais e instigar uma maior conservação da biodiversidade do Cerrado maranhense.

Sabe-se que nos últimos dois séculos, essas florestas foram reduzidas a pequenos fragmentos, geralmente com alto índice de perturbação, pois houve grande desmatamento desses ambientes para implantação de agricultura, silvicultura e pastagens (Gerhardt, 1994; Werneck *et al.*, 2000; IEF, 2008).

Com o objetivo de mitigar impactos ambientais e preservar a biodiversidade local, o estado do Maranhão abriga 17 Unidades de Conservação, algumas das quais estão situadas no bioma Cerrado. Além dessas áreas protegidas, o estado conta com diversas Terras Indígenas (TIs), que estão parcial ou totalmente inseridas nos limites do Cerrado (FUNAI, 2020; IMESC, 2021).

2.3 PRODES Cerrado, TerraBrasilis, DETER Cerrado

O Projeto PRODES Cerrado, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), é responsável por monitorar e quantificar o desmatamento no bioma Cerrado desde 2003 (INPE, 2023). O projeto utiliza imagens de satélite para gerar dados anuais de desmatamento, isso permite um

acompanhamento contínuo da evolução da supressão da vegetação nativa ao longo do tempo. Esses dados são fundamentais para subsidiar políticas públicas e ações de conservação desse importante bioma brasileiro (INPE, 2023).

No PRODES, o termo "desmatamento" é definido como a conversão de áreas de vegetação primária em outras formas de uso da terra, por meio de ações humanas que resultam na supressão da vegetação. Quando se entende desmatamento como um processo contínuo, é importante considerar não apenas os extremos desse processo, que são mais evidentes e facilmente identificáveis, mas também o gradiente de degradação florestal que ocorre ao longo desse processo. Esse gradiente pode se manifestar de forma gradual ao longo do tempo, devido à exploração madeireira constante e/ou à repetida ocorrência de incêndios florestais (Cardoso, Gomes e Silva, 2022).

O PRODES utiliza imagens compatíveis com as geradas pelos satélites da série Landsat da NASA/USGS (EUA), denominadas "imagens da classe Landsat". Essas imagens possuem uma resolução espacial na faixa de 20 a 30 metros e incluem pelo menos três bandas espectrais. Atualmente, é possível utilizar imagens de satélites como o Landsat-8, Landsat-9 (Estados Unidos), SENTINEL-2 (União Europeia) ou CBERS-4/4A do INPE/CRESDA (Brasil/China).

Essas imagens são fornecidas pelos seus respectivos provedores com correção geométrica de sistema e são aprimoradas por meio de pontos de controle e modelos digitais de elevação do terreno. Em outras palavras, as imagens são ortorretificadas com o mais alto nível de correção geométrica, prontas para análise conjunta com outros dados vetoriais e medições de campo, sem a necessidade de processamento adicional.

Visando modernizar a disseminação dos dados de mapeamento produzidos pelo Programa de Monitoramento da Amazônia e Demais Biomas, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolveu o portal TerraBrasilis. Esse portal centraliza, em um único ponto de acesso, os dados do PRODES e do DETER, facilitando o acesso e a análise dessas informações (Cardoso, Gomes e Silva, 2022).

Disponível em <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>, o TerraBrasilis foi projetado para servir como uma infraestrutura de dados espaciais, proporcionando suporte ao monitoramento ambiental e à gestão territorial (Assis *et al.*, 2019). Essa plataforma é responsável por disponibilizar os dados de desmatamento de forma interativa e acessível ao público, permitindo a visualização de mapas, gráficos e estatísticas sobre a evolução do desmatamento no Cerrado (INPE, 2023).

A plataforma TerraBrasilis também disponibiliza uma interface de acesso via webservices, permitindo que outras aplicações consultem os dados do PRODES e do DETER por meio de interfaces de programação. Essa funcionalidade facilita a integração dos dados de monitoramento do INPE à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), conforme estabelecido pelo Decreto Nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Além de sua relevância técnica, o TerraBrasilis é uma ferramenta essencial para a transparência e o acesso à informação ambiental, promovendo a conscientização e o engajamento da sociedade na preservação dos biomas brasileiros (INPE, 2023).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução espaço temporal do desmatamento no bioma Cerrado no estado do Maranhão no intervalo temporal de 23 anos (2000-2023).

3.2 Objetivos Específicos

1. Compreender as tendências de desmatamento absoluto e relativo no Cerrado maranhense.
2. Avaliar as variações regionais e municipais para fornecer uma compreensão detalhada das dinâmicas de desmatamento e suas implicações.
3. Identificar possíveis padrões espaço-temporais do desmatamento.
4. Divulgar os resultados da pesquisa em uma revista científica, promovendo a transparência e o uso dos dados para gestores, pesquisadores e formuladores de políticas.

5. Analisar a evolução do desmatamento em terras indígenas no Cerrado maranhense.

REFERENCIAS

AGUIAR, A. P. D. et al. Cenários de emissões de mudanças no uso da terra: Antecipando um processo de transição florestal na Amazônia brasileira. **Biologia da Mudança Global**, v. 22, p. 1821-1840, 2016. Disponível em: <https://abrir.link/nMLhl>. Acesso em: 3 jul. 2024.

ALMEIDA, J. G.; SODRÉ, R. B.; MATTOS JÚNIOR, J. S. de. O MATOPIBA nas chapadas maranhenses: impactos da expansão do agronegócio na microrregião de Chapadinha. **Revista NERA**, n. 47, p. 248–271, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6271>.

ARAÚJO, T. D.; FONSECA, E. L. da. Análise multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 280–295, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p280-295>.

ASSIS, L. F. F. G.; FERREIRA, K. R.; VINHAS, L.; MAURANO, L. E. P. et al. TerraBrasilis: a spatial data infrastructure for disseminating deforestation data from Brazil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. Anais [...]. Campinas: GALOÁ, 2019.

BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C.; SPINELLI-ARAÚJO, L. S. Macrozoneamento ecológico-econômico: potencialidades e fragilidades do estado do Maranhão. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 2014, Aracaju. Anais [...]. Aracaju: UFS, 2014. p. 449-453.

BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. D. C.; ARAÚJO, L. D. Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão. **Embrapa Territorial**, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O bioma Cerrado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/Cerrado>. Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do cerrado e pantanal. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, 1999.

CARDOSO, H.; GOMES, J.; SILVA, M. Desenvolvimento de um Modelo Previsível para Controle de Sistemas Dinâmicos. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022. Disponível em: <http://mtc-m21d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21d/2022/08.25.11.46/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2025.

- CHAVEIRO, E. F.; BARREIRA, C. C. M. A. Cartografia de um pensamento de Cerrado. **Cerrados: Perspectivas e Olhares**. Goiânia: Vieira, p. 15-33, 2010.
- COUTINHO, Leopoldo M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2006.
- SILVA, F. R.; TEIXEIRA, M. E. S. Os impactos do desmatamento no domínio Cerrado. **Anais do Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG Câmpus Sudoeste – Quirinópolis**, v. 3, p. 489-496, 2023.
- EMBRAPA CERRADO. IV Plano Diretor da Embrapa Cerrados. Disponível em: http://www.cpac.embrapa.br/publico/pdu_2008-2011.pdf. Acesso em: 11 mar. 2024.
- FARNSWORTH, N. R.; SOERJATO, D. D. Potencial consequence of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. **Economic Botany**, v. 39, p. 231-240, 1985.
- FUNAI. Terras Indígenas: O que é? Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/2014-02-07-13-24-32>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- GERHARDT, K. Seedling development of four tree species in secondary tropical dry forest in Guanacaste, Costa Rica. **Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations. Faculty of Science and Technology**, 1994.
- GOMES, M. et al. Conhecimento de estudantes do ensino médio sobre a fauna ameaçada no Cerrado brasileiro: um cruzamento de espécies e uma análise espacial. **PLoS ONE**, v. 14, n. 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215959>.
- HOMMA, A. K. O.; et al. Redução dos desmatamentos na Amazônia: política agrícola ou ambiental? In: **Cadernos Amazônicos**, p. 120-141, 1998.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES Cerrado. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/prodes-cerrado.php. Acesso em: 22 maio 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Projeto PRODES. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 05 jan. 2024.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Terrabrasilis. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 22 maio 2024.
- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. Produto Interno Bruto dos Municípios do Estado do Maranhão: período 2006 a 2010. São Luís: IMESC, 2012. 100 p. Disponível

em:

<http://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/5434cc00c3bf7cf63d11de2ecfe663bd.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 2005.

LUZIA, D. M. M. Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro. 2012. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2012.

MACHADO, R. B. et al. Estimativa de perda da área do cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Brasília: Conservação Internacional, 2004.

MAMEDE, J. S. D. S.; PASA, M. C. Diversidade e uso de plantas do Cerrado na comunidade São Miguel, Várzea Grande, MT, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, p. 1087-1098, 2019.

MAPBIOMAS. RAF 2023: MATOPIBA passa a Amazônia e assume a liderança do desmatamento no Brasil. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

NERES, L. P., CONCEIÇÃO, G. M. Florística e Fitossociologia da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. *Revista Cadernos de Geociências*, v. 7, n. 2, p. 122-130, 2010.

OLIVEIRA, A.M.F. A diversidade paisagística das savanas brasileiras nas iconografias de Florence e de Martius: alguns aspectos do Cerrado da primeira metade do século XIX. **História Revista**, v. 22, n. 2, p. 144-166, 2017.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Cerrado, 2008. v. 1, p. 151-212.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. Cerrado – **Ecologia e Flora**. Capítulo 6: As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 153-197.

SOARES, L. V. et al. Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. In: **Bread: Consumption, cultural significance and health effects**. 2017. p. 125-160.

SPINELLI-ARAUJO, Luciana et al. Documentos 108: conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário atual em dados geoespaciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 28 p.

SPERA, S. A.; GOLFORD, 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, n. 10, p. 3405-3413, 2016.

STRASSBURG, B. B.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; ... BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

VIEIRA, R. F.; MARTINS, M. P. Recursos genéticos de plantas medicinais do Cerrado. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 1, n. 1, 1996. Disponível em: <https://www.sbpmed.org.br>. Acesso em: 30 dez. 2024.

WERNECK, M. S.; FRANCESCHINELLI, E. V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 4, p. 401-413, 2000.

4. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Título do artigo: Expansão do desmatamento no cerrado maranhense entre os anos de 2001 – 2023.

Artigo a ser submetido ou submetido: Submetido

Nome da revista: Revista Tocantinense de Geografia

Qualis da Capes da área de Geociências: A3

Fator de impacto: A revista não possui um fator de impacto específico.

Objetivos Específicos atrelados a dissertação:

1. Compreender as tendências de desmatamento absoluto e relativo no Cerrado maranhense.
2. Avaliar as variações regionais e municipais para fornecer uma compreensão detalhada das dinâmicas de desmatamento e suas implicações.
3. Identificar possíveis padrões espaço-temporais do desmatamento.
4. Analisar a evolução do desmatamento em terras indígenas no Cerrado maranhense.

Artigo (Enviado em anexo no e-mail).

EXPANSÃO DO DESMATAMENTO NO CERRADO MARANHENSE ENTRE OS ANOS DE 2001 – 2023

EXPANSION OF DEFORESTATION IN THE CERRADO (BRAZILIAN SAVANNA) OF MARANHÃO STATE, BRAZIL (2001-2023)

RESUMO

No Maranhão, o Cerrado cobre aproximadamente 181.000 km², representando 65% da área do estado. Nos últimos anos, o bioma tem sofrido intensa pressão de desmatamento. O Maranhão subiu da quinta para a primeira posição no ranking de desmatamento, contando com 13 dos 50 municípios que mais desmataram nos últimos quatro anos. Baseado em dados do PRODES, este trabalho examina a evolução temporal do desmatamento (absoluto e relativo) no Maranhão nos últimos 22 anos, considerando diferentes divisões territoriais. Em todo cerrado, observa-se uma tendência de queda no desmatamento até 2013, seguida por um aumento significativo a partir de 2020. A análise por microrregiões revela que o desmatamento ocorreu em todo o Cerrado Maranhense. As microrregiões de Presidente Dutra, Caxias e Chapadinha apresentaram as maiores variações no desmatamento. Em Presidente Dutra, a área desmatada saltou de 44% para 82%. Entre os municípios, Balsas registrou o maior desmatamento absoluto, enquanto o Governador Eugênio Barros teve o maior aumento proporcional de desmatamento, passando de 26% para 89% da área desmatada em 22 anos. Utilizando uma grade regular para eliminar a influência da área dos municípios, a análise visual destaca como o desmatamento tem ocorrido de maneira ampla por todo o Cerrado Maranhense.

Palavras-chave: Maranhão. Terras Indígenas. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

In Maranhão, the Cerrado covers approximately 181,000 km², representing 65% of the state's area. In recent years, the biome has faced intense deforestation pressure. Maranhão has risen from fifth to first place in the deforestation ranking, with 13 of the 50 municipalities that have deforested the most in the last four years. Based on PRODES data, this study examines the temporal evolution of deforestation (both absolute and relative) in Maranhão over the past 22 years, considering different territorial divisions. Throughout the Cerrado, there is a trend of decreasing deforestation until 2013, followed by a significant increase starting in 2020. Analysis by microrregions reveals that deforestation has occurred throughout the Maranhão Cerrado. The microrregions of Presidente Dutra, Caxias, and Chapadinha showed the greatest variations in deforestation. In Presidente Dutra, the deforested area jumped from 44% to 82%. Among municipalities, Balsas recorded the highest absolute deforestation, while Governador Eugênio Barros had the highest proportional increase in deforestation, rising from 26% to 89% of the area deforested over 22 years. Using a regular grid to eliminate the influence of municipal area, the visual analysis highlights how deforestation has occurred extensively throughout the Maranhão Cerrado.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro ocupa uma área de 2.036.448 Km², o que representa 23% do território nacional, e compreende os estados da Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná e São Paulo.

A região destaca-se pela sua rica biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas e abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas (Mamede e Pasa, 2019). Isso decorre devido à sua vasta extensão territorial, posição geográfica privilegiada e por ser cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata).

A partir da década de 1960 e 1970, o cerrado brasileiro passou a ser o principal alvo da exploração agrícola, embora a conversão do Cerrado tenha começado na década de 1960 (Klink e Machado 2005; Sano, *et al.*, 2010), o ritmo do desmatamento aumentou consideravelmente nas últimas duas décadas (Strassburg *et al.*, 2017).

A perda de arbustos e árvores com raízes profundas nesta região altera o armazenamento de carbono e a evapotranspiração, o que pode contribuir para uma transição climática para temperaturas mais quentes e uma menor quantidade de chuva, o que acabará por reduzir a produtividade agrícola (Spera *et al.*, 2016). A redução dos estoques restantes de carbono da biomassa também poderia prejudicar a capacidade do Brasil de cumprir as metas do tratado climático para emissões de gases de efeito estufa (Aguiar *et al.*, 2016 ; Coe *et al.*, 2017).

O Bioma do Cerrado, no contexto do Estado do Maranhão, ocupa uma área que equivale a aproximadamente 65% do território estadual. Essa área se configura em um conjunto de paisagens e de ecossistemas transicionais entre a Amazônia, as Caatingas e a Zona Costeira (considerando os compartimentos naturais heterogêneos que caracterizam o Norte do Maranhão), os Cerrados maranhenses apresentam-se como um macro-espço favorável em recursos naturais para a ocorrência de corredores ecológicos (Batistella *et al.*, 2014).

O desmatamento no Maranhão é um tema de grande relevância no contexto do Cerrado, um bioma extremamente complexo. Segundo dados do MapBiomas, o estado do Maranhão é um dos principais responsáveis pelo desmatamento na região, com uma participação significativa em relação ao total do desmatamento no Cerrado (RAD, 2023).

Em 2023, o Maranhão saiu da quinta posição para a primeira no ranking de desmatamento no Brasil, com um aumento de 95,1% e uma perda de 331.225 hectares de vegetação nativa (MapBiomas, 2023).

O maior desmatamento detectado no Brasil em 2023 foi de 6.691,29 hectares no município de Alto Parnaíba, no Maranhão. Este fato é preocupante e destaca a necessidade de ação imediata para proteger a vegetação nativa. O Maranhão tem 13 dos 50 municípios que mais desmataram nos últimos 4 anos, o que é um indicador claro da gravidade da situação (RAD, 2023). Contudo, relatórios como o do Mapbiomas têm dado destaque a estes grandes desmatamentos, que tendem a ser detectados em municípios de grande extensão, como os municípios do Sul Maranhense.

Existem alguns trabalhos que abordam a questão do desmatamento no cenário do Cerrado Maranhense, entre esses é possível citar Araújo e Fonseca (2023) que realizaram uma análise Multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre os anos de 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital, Almeida, Sodré; Junior (2019) que investigaram os Impactos da expansão do agronegócio na microrregião de Chapadinha, Silva *et al.* (2015) realizaram a análise da Dinâmica do uso e cobertura da terra na mesorregião sul maranhense, Braga *et al.* (2024) realizaram a análise das mudanças de uso e cobertura da terra na região metropolitana do sudoeste maranhense: um estudo na interface de transição entre Cerrado e Amazônia.

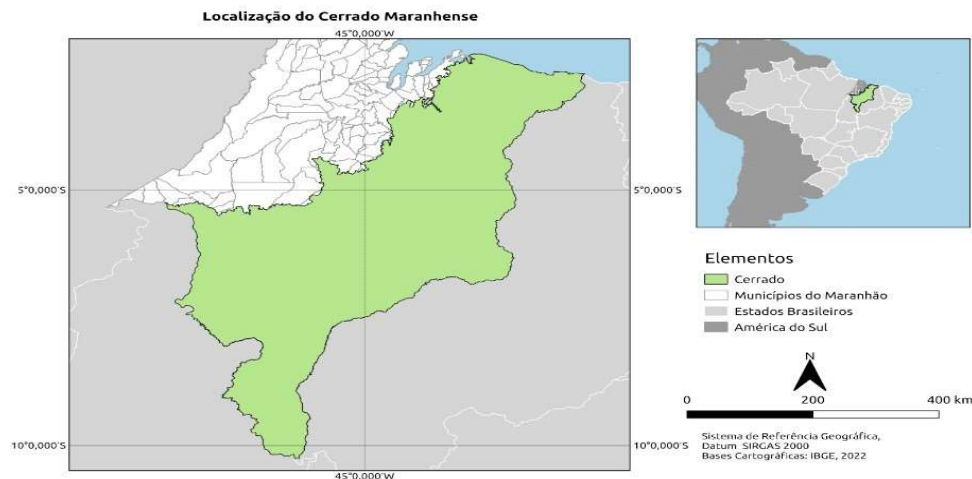
Estes trabalhos têm-se concentrado em regiões específicas e em municípios de maior extensão e relevância econômica. Não se encontrou trabalhos que analisassem todo o bioma maranhense e em um período de mais de 2 décadas. Portanto, baseado nessa ausência de estudos relevantes que apresentem dados sobre a evolução temporal do desmatamento na região de Cerrado no estado do Maranhão, este estudo tem como objetivo: analisar a evolução temporal do desmatamento no bioma Cerrado no estado do Maranhão no intervalo temporal de 23 anos (2000-2023), identificando as tendências de desmatamento absoluto e relativo, e avaliando as variações regionais e municipais para fornecer uma compreensão detalhada das dinâmicas de desmatamento e suas implicações.

METODOLOGIA

Área de estudo e divisão territorial

A área de estudo deste trabalho é o Cerrado maranhense, que ocupa aproximadamente 65% do território estadual (Sano et al. 2007), conforme destacado na Figura 1. Que possibilita a visualização dos limites do bioma no estado do Maranhão.

Figura 1 - Localização do Bioma Cerrado no estado do Maranhão

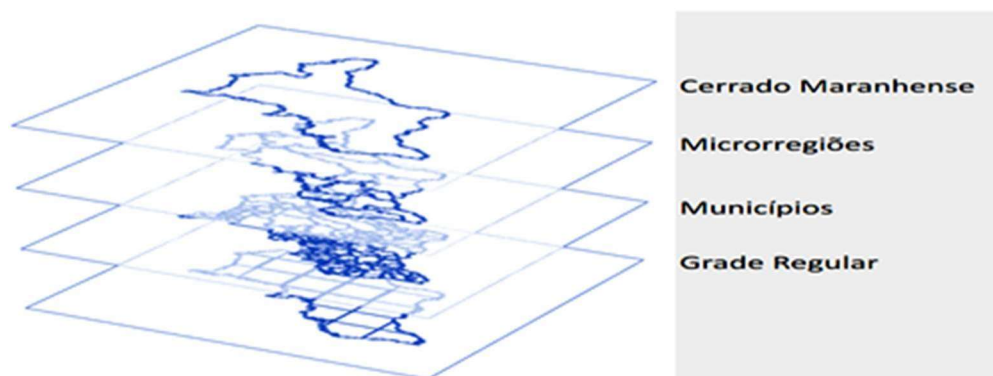


Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

Com o intuito de analisar a evolução do desmatamento ao longo do espaço e do tempo, a área de estudo foi segmentada em microrregiões, municípios e uma grade regular, conforme ilustrado na Figura 2. O critério adotado para a inclusão de microrregiões foi a exigência de que mais de 50% de seu território estivesse inserido no bioma em questão.

Para os municípios, foram considerados todos aqueles presentes na base de dados do projeto Prodes-Cerrado. Por fim, uma grade regular de 10 x 10 km² foi estabelecida de forma arbitrária, com o propósito de possibilitar a visualização da evolução do desmatamento sem a interferência das variações nas áreas dos municípios e das microrregiões.

Figura 2 - As subdivisões do Cerrado maranhense utilizados na análise do desmatamento



Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024.

Fonte de Dados

Os dados de desmatamento foram obtidos a partir da plataforma Terrabrasilis (<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Essa plataforma integra diversos sistemas de monitoramento ambiental, incluindo o PRODES Cerrado (INPE, 2023).

Os dados de desmatamento são disponibilizados na Terrabrasilis de maneira interativa e acessível ao público, permitindo a visualização de mapas, gráficos e estatísticas sobre a evolução do desmatamento nos diferentes biomas (INPE, 2023).

Este projeto construiu uma série histórica bienal para o período de 2000 a 2012 e anual a partir de 2013. Esses dados desempenham um papel crucial no suporte a políticas públicas e iniciativas de conservação deste bioma brasileiro. No contexto deste projeto, o desmatamento segue a definição utilizada pelo PRODES, ou seja, é a remoção da vegetação nativa, sem considerar sua futura destinação ou legalidade.

É relevante destacar que uma parcela significativa do desmatamento no Cerrado maranhense e brasileiro é legalmente amparada. Ao contrário das propriedades rurais na Amazônia Legal, onde é exigido que 80% da área seja mantida com cobertura vegetal, no Cerrado esse percentual é de apenas 20% (BRASIL, 2012).

Análise dos Dados

A análise dos dados foi realizada utilizando a linguagem de programação Python e seu ecossistema de bibliotecas, como Pandas, GeoPandas, Matplotlib entre outras. Os dados e códigos estão disponíveis em um repositório aberto: ([o link está diretamente ligado aos autores, o que interfere o critério de avaliação á cegas](#)). Deste modo, toda a análise está disponível de modo transparente e permitindo a sua replicação.

Os códigos são compatíveis com o Jupyter Notebooks, que tem promovido o conceito de Literate Programming, ou Programação Literária, que é um paradigma de programação introduzido por Donald Knuth em 1984 (<https://guides.nyu.edu/datascience/literate-prog>).

A ideia central é que um programa deve ser escrito de forma que seja compreensível tanto para humanos quanto para computadores. Isso é alcançado integrando o código com a documentação e comentários em um formato narrativo. A Figura 3 apresenta um dos trechos do código usados nas análises, o código completo está disponível abertamente no repositório.

Figura 3 - Trechos do código usados nas análises e disponibilizado no repositório aberto.



Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024.

Esta abordagem tem como vantagem estar alinhada com alguns princípios da ciência aberta (Open Science). Que é um movimento que visa tornar a pesquisa científica mais acessível, transparente e colaborativa. Ela engloba várias práticas e princípios destinados a facilitar o compartilhamento de dados, metodologias, resultados e publicações científicas de forma aberta e gratuita.

Murray-Rust (2008) argumenta que a abertura no compartilhamento de dados e metodologias não apenas promove a transparência e a reprodutibilidade, mas também facilita a descoberta de novas informações e a inovação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os anos de 2001 e 2023, o cerrado maranhense perdeu aproximadamente 48.523 km². Somado ao desmatamento anterior ao período estudado, em 2023 já são 89.880 mil km² de área desmatada. Isso equivaleria a 41% dos 217 mil km² do território do estado.

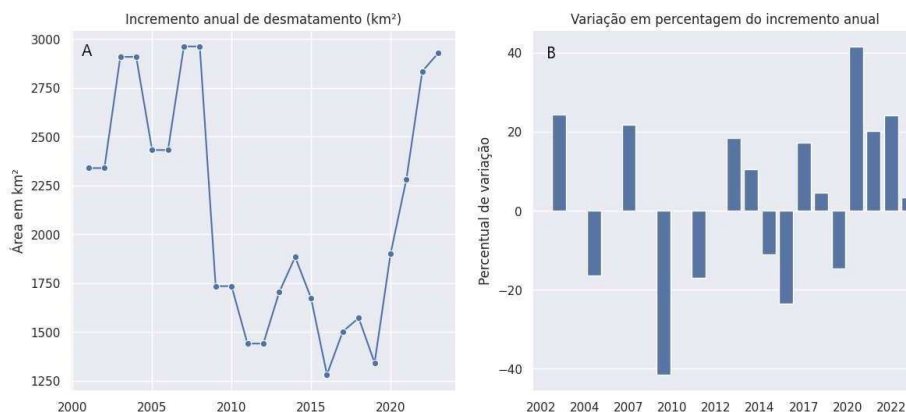
Nota-se, que mais da metade de todo o desmatamento do cerrado maranhense ocorreu entre os anos de 2001 a 2023. Deste modo, é necessário visualizar os incrementos anuais deste desmatamento com o objetivo de identificar possíveis padrões ou tendências.

A Figura 4 apresenta o incremento anual em km², e a variação em porcentagem entre dois anos consecutivos. O incremento anual nos permite visualizar a quantidade de desmatamento ocorrida naquele ano, o que irá ajudar a identificar tendências e padrões. Contudo, os dados entre os anos de 2000 a 2012 são bienais.

Os dados só começaram a ser divulgados anualmente a partir de 2013. Então, para os biênios 2001-2002, 2003-2004, 2005-2006, 2007-2008, 2009-2010 e 2011-2012, atribuiu-se a cada um dos anos a metade do incremento do respectivo biênio. Isso justifica os valores idênticos entre

dois anos consecutivos observados na Figura 4a e a não variação percentual entre dois anos consecutivos na Figura 4b.

Figura 4 - Evolução do desmatamento no Cerrado Maranhense entre 2001 e 2023



Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

A Figura 4 demonstra uma tendência de queda no desmatamento até 2013 e um aumento expressivo a partir de 2020. Para Rajão e Vurdubakis (2013), a introdução do Sistema e as tecnologias associadas, como o DETER¹, trouxeram ganhos expressivos por possibilitarem um crescimento expressivo no número de multas aplicadas pelo Ibama quando da verificação de ocorrência de desmatamento ilegal.

Porém, com o passar do tempo ocorreu uma mudança comportamental por parte do agente provocador de desmatamento, que passou a ter ciência de que está sendo monitorado e passou a desmatar áreas inferiores a 25 ha, que não são detectadas pelas imagens dos satélites utilizados no Sistema (Melo; Artoxo, 2017).

Essas são algumas conjecturas que podem explicar a diminuição e o aumento no desmatamento. No entanto, é importante destacar que o desmatamento é um processo complexo, influenciado por múltiplas variáveis. A compreensão detalhada deste processo não está dentro do escopo deste estudo, que se concentra na análise exploratória dos dados, considerando tanto o desmatamento relativo quanto o absoluto.

¹ O DETER é um levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal na Amazônia, feito pelo INPE.

Este estudo também analisou como o desmatamento está distribuído nas microrregiões do cerrado maranhense. Incluiu-se 14 microrregiões: Presidente Dutra, Caxias, Chapadinha, Coelho Neto, Codó, Baixo Parnaíba Maranhense, Itapecuru Mirim, Porto Franco, Alto Mearim e Grajaú, Gerais de Balsas, Chapadas das Mangabeiras, Chapadas do Alto Itapecuru, Lençóis Maranhenses e Médio Mearim.

Outras microrregiões não foram incluídas na análise, por terem menos de 50% do seu território dentro do Bioma, como foi o caso de Pindaré. A Tabela 1 apresenta as microrregiões com sua área em km², porcentagem de desmatamento (2000 e 2023) e a variação entre estes anos.

Tabela 1 - Dados de desmatamento das Microrregiões maranhenses

Nome	Área (km ²)	2000 (%)	2023 (%)	Variação (%)
Presidente Dutra	6.543,5	44%	82%	38%
Caxias	15.340,1	10%	43%	33%
Chapadinha	10.799,2	4%	32%	28%
Coelho Neto	3.608,5	7%	34%	27%
Codó	9.914,8	36%	62%	26%
Baixo Parnaíba Maranhense	6.039,7	9%	35%	26%
Itapecuru Mirim	6.609,0	19%	45%	26%
Porto Franco	14.062,5	18%	43%	25%
Alto Mearim e Grajaú	33.700,7	23%	46%	23%
Gerais de Balsas	36.657,3	10%	31%	21%
Chapadas das Mangabeiras	16.961,3	9%	30%	21%
Chapadas do Alto Itapecuru	25.011,3	6%	24%	19%
Lençóis Maranhenses	9.900,0	3%	14%	11%
Médio Mearim	6.886,5	93%	97%	4%

Fontes: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

A Tabela 1 está ordenada pela variação no percentual de área desmatada entre os anos de 2000 e 2023. Assim, é possível observar que as microrregiões de Presidente Dutra, Caxias e Chapadinha foram as que tiveram maior perda de área de cerrado. O Gerais de Balsas está na décima posição, quando se considera o desmatamento relativo à área da microrregião.

Ao destacar essa variação relativa, a Tabela 1 demonstra que o desmatamento no cerrado não está restrito ao sul do Maranhão. Jansen, Filho e Campos (2023) apontam que a microrregião de Caxias concentra suas atividades econômicas, relacionadas ao uso da terra, na agropecuária e exploração vegetal.

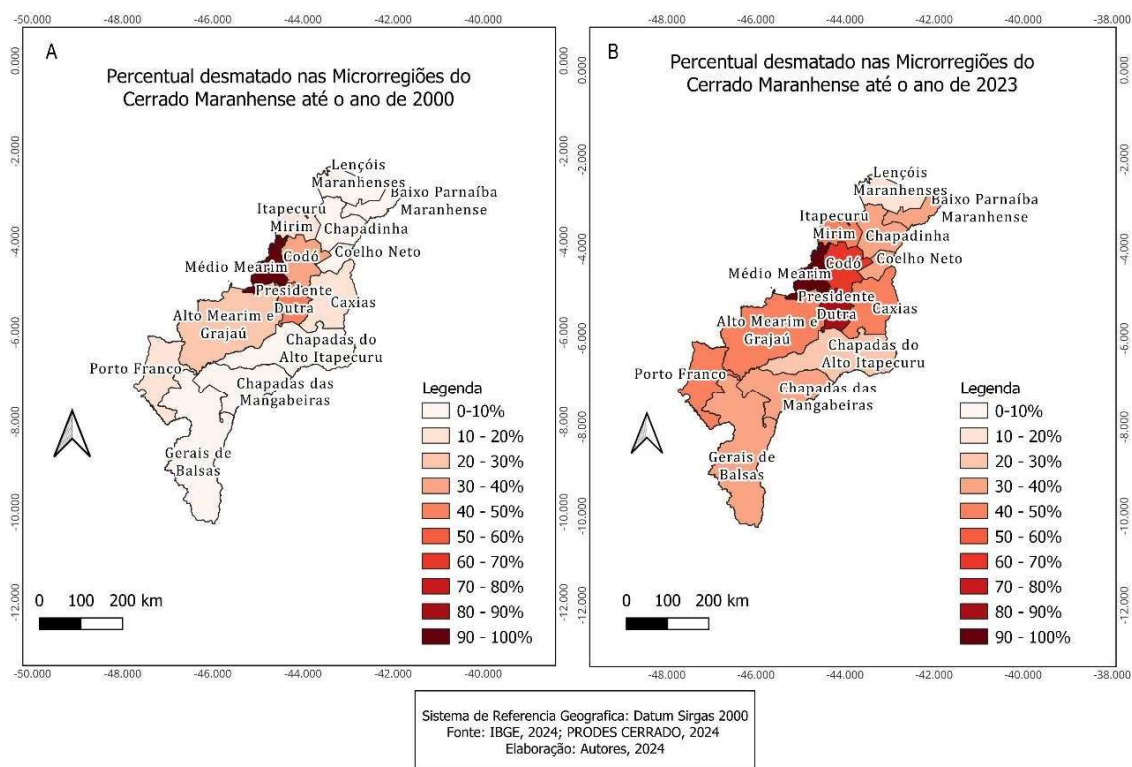
Almeida, Sodré e Junior (2018) retratam que, por sua proximidade geográfica ao Porto do Itaqui, a microrregião de Chapadinha apresenta o maior crescimento de área plantada de uma determinada monocultura do estado, tomando como referência o recorte temporal 1990-2017.

As microrregiões com as menores variações foram o Médio Mearim e os Lençóis Maranhenses. A estabilidade no Médio Mearim pode ser atribuída ao fato de que, em 2000, já havia sido desmatada 93% de sua área. Já os Lençóis Maranhenses podem ter apresentado baixa variação devido à presença do Parque Nacional de mesmo nome, que abriga comunidades dependentes do turismo e de atividades agrícolas de subsistência (Araújo e Fonseca, 2016).

Além das variações, é possível observar visualmente quais microrregiões apresentaram maior desmatamento relativo, isto é, em relação à sua área total. A Figura 5 mostra o percentual de desmatamento comparado às áreas das microrregiões em 2000 e ao longo de um período de 22 anos (2001 a 2023).

A Figura 5 destaca uma maior concentração de desmatamento nas microrregiões localizadas no leste do Maranhão. Essa região desempenha um papel crucial na agricultura do Estado, sendo caracterizada por extensas áreas de cerrado que, junto a outros fatores ambientais, proporcionam condições ideais para uma variedade de cultivos e usos agrícolas (IBGE, 2020).

Figura 5 - Percentual de desmatamento em relação à área da microrregião



Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

No portal TerraBrasilis (<https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>) são divulgados os dados de desmatamento e alguns gráficos e tabelas. Nele é possível filtrar por biomas, estados, municípios, unidades de conservação e áreas indígenas. A Tabela 2 mostra os municípios que tiveram maior desmatamento de 2001 a 2023.

Ao visualizarmos os dados de desmatamento dispostos na plataforma Terrabrasilis apontados na Tabela 2, é possível identificar que 11 dos 15 municípios que mais desmataram estão na região denominada de MATOPIBA e dois no Cerrado maranhense.

Tabela 2 - Visualizando o incremento do desmatamento (2001 a 2023) através da plataforma TerraBrasilis.

Município	Desmatamento (km²)	Estado
Formosa do Rio Preto	5565.15	Bahia
São Desidério	4660.94	Bahia
Balsas	3580.51	Maranhão
Jaborandi	3306.5	Bahia
Correntina	3178.24	Bahia
Baixa Grande do Ribeiro	3057.53	Piauí

Uruçuí	2957.58	Piauí
Paranatinga	2799.55	Mato Grosso
Grajaú	2569.49	Maranhão
Cocalinho	2566.25	Mato Grosso
Barreiras	2278.8	Bahia
João Pinheiro	2212.93	Minas Gerais
Riachão das Neves	1605.95	Bahia
Paranã	1589.36	Tocantins
Niquelândia	1583.34	Goiás

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Dados de Monitoramento de Desmatamento do Cerrado (PRODES/DETER), 2023. Elaboração ou Organização: os autores, 2024.

Entre 2001 e 2023, o município de Balsas foi o terceiro com a maior área desmatada em todo o cerrado brasileiro, enquanto Grajaú ocupou a nona posição. Além do desmatamento absoluto, é importante ponderar com outros dados sobre os municípios.

A Tabela 3, produzida neste estudo, apresenta um ranking de desmatamento absoluto dos municípios do cerrado maranhense. A Tabela 3 traz outras informações, como os maiores e menores valores de: área do município, desmatamento total (2000 e 2023) e o percentual de variação.

Tabela 3 - Ranking de desmatamento absoluto dos municípios do cerrado Maranhense.

Município	Área do município (km²)	2000	2023	Variação (%)	Rank
Balsas	13.141,2	1.712,4	5.292,9	209%	1
Grajaú	8.861,7	1.213,3	3.782,7	212%	2
Barra do Corda	5.187,7	2.080,9	3.079,4	48%	3
Codó	4.361,6	1.459,1	2.637,3	81%	4
Tuntum	3.369,1	1.182,8	2.189,9	85%	5
Riachão	6.402,8	625,4	2.161,4	246%	6
Amarante do Maranhão	7.439,6	1.079,3	1.927,2	79%	7
Parnarama	3.245,5	529,1	1.809,0	242%	8
Alto Parnaíba	11.127,4	509,6	1.808,9	255%	9
Caxias	5.201,9	404,8	1.613,8	299%	10
Tasso Fragoso	4.369,2	477,3	1.575,3	230%	11
Carolina	6.267,7	273,4	1.565,8	473%	12
Sítio Novo	3.114,7	403,6	1.483,3	268%	13

Formosa da Serra Negra	3.690,6	344,7	1.417,6	311%	14
Coroatá	2.263,7	715,3	1.367,2	91%	15

Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

Na Tabela 3, Balsas e Grajaú se destacam pelo desmatamento absoluto, e ambas também apresentam uma grande variação de desmatamento em 22 anos. A Tabela 3 corrobora com o que vem sendo apontado em outros estudos, destacando que dos 5 municípios que mais desmataram, 4 estão localizados na mesorregião sul do estado. Sendo 3 deles da microrregião dos gerais de Balsas. Esse alto índice de desmatamento pode ser explicado pelo grande crescimento agrícola da região nos últimos anos.

Em termos absolutos, estes 15 municípios com maior desmatamento somaram 21.139 km² de desmatamento, o que representa 43% do desmatamento no Bioma no intervalo temporal de 22 anos (de 2001 a 2023). Vale destacar que estes municípios também representam 88.972 km², que equivale a aproximadamente 41% da área total do cerrado Maranhense.

Adicionalmente, ao olhar a variação do desmatamento na Tabela 3, percebe-se que o município de Carolina apresentou a maior variação de área desmatada. O município saiu de 273 km² para 1556 km² em 22 anos, uma variação de 473%. Formosa da Serra Negra, também se destaca pela elevada variação no desmatamento no período analisado. Com a inclusão desta informação relativa, pode-se destacar estes municípios e regiões.

A seguir, a Tabela 4 apresenta o ranking dos 15 municípios com maior percentual de desmatamento em relação à área do município entre 2001 e 2023.

Tabela 4 - Ranking dos 15 municípios com maior percentual de desmatamento em relação à área do município entre 2001 e 2023.

Município	Área do município (km ²)	2000 (%)	2023 (%)	Aumento (%)	Rank
Governador Eugênio Barros	648,0	26%	89%	63%	1
Governador Luiz Rocha	401,6	16%	72%	56%	2
Senador Alexandre Costa	426,4	18%	71%	53%	3
São Domingos do Maranhão	1.152,0	41%	85%	44%	4
Anapurus	608,9	5%	48%	44%	5
São João do Soter	1.438,1	7%	51%	44%	6
Graça Aranha	271,4	41%	84%	43%	7
Matões	2.108,7	9%	52%	43%	8

Santa Filomena do Maranhão	623,2	24%	64%	40%	9
Fortuna	834,8	21%	61%	40%	10
Parnarama	3.245,5	16%	56%	39%	11
Água Doce do Maranhão	442,3	14%	53%	38%	12
Gonçalves Dias	883,6	43%	81%	38%	13
Buriti	1.475,8	6%	44%	38%	14
Colinas	1.978,7	12%	49%	37%	15

Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024

Por exemplo, na primeira colocação, o município de Governador Eugênio Barros saiu de 26% de área desmatada em 2000 para 89% em 2023. O município teve 63% da área do município desmatada em 22 anos.

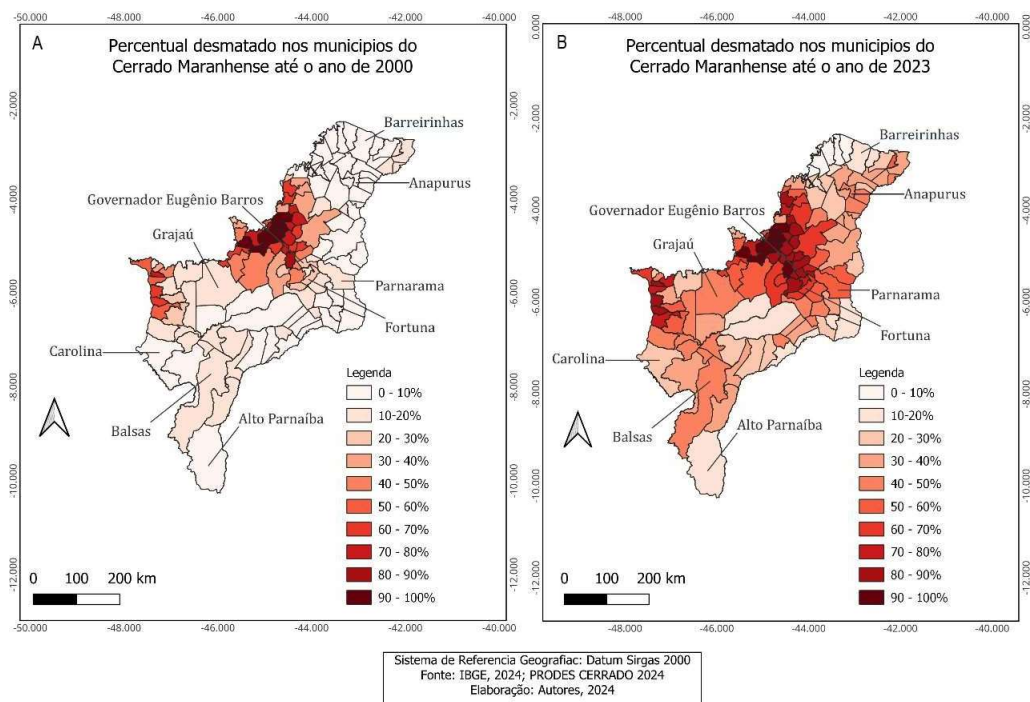
As três primeiras colocações são municípios pequenos e, por isso, não aparecem nos rankings de desmatamento absolutos e não são destacados pela mídia e nem mesmo por trabalhos acadêmicos. Mesmo com riscos de perderem toda sua área de cerrado, como está sendo o caso de Governador Eugênio Barros.

Os dados relativos apresentados na Tabela 4 permitiram chamar a atenção para o desmatamento em municípios de menor extensão. Entretanto, vale ressaltar que na quarta colocação aparece um município com mais de 1000 km².

Em outras colocações, aparecem municípios ainda maiores, como Parnarama, com mais de 3000 km² e Matões, com mais de 2000 km². Somada a área destes 15 municípios, chega-se a aproximadamente 16539 km², que equivale a aproximadamente 7% do cerrado maranhense. Em relação ao desmatamento, somam-se 6911 km², o equivalente a 14% de todo desmatamento no Cerrado Maranhense.

Em resumo, 14% de todo desmatamento ocorreu em municípios que representam 7% da área do cerrado. Este número chama a atenção para o desmatamento que tem ocorrido em municípios de menor extensão. A Figura 6 apresenta o percentual desmatado em relação à área do município em 2000, e o que foi desmatado entre 2001 e 2023.

Figura 6 - Percentual de desmatamento em relação à área do município



Fonte: Elaboração ou Organização: os autores, 2024.

A Figura 6 destaca que o desmatamento não se direcionou apenas para os municípios do sul do Maranhão, mas também para o leste do Maranhão, como foi observado na análise das microrregiões. Nessas microrregiões, muitos municípios já estão com mais de 80% de sua área desmatada.

Ao apresentar o percentual de desmatamento em relação à área do município, há uma tendência de destacar municípios com menor extensão territorial. Em contraste, o desmatamento absoluto tende a destacar os municípios de maior extensão. Dado que a área dos municípios pode influenciar a interpretação dos dados, neste estudo, a área de análise foi dividida arbitrariamente em uma grade regular de 10 x 10 km². A Figura 7 apresenta o percentual de desmatamento em 2000 e em 2023 para cada célula dessa grade.

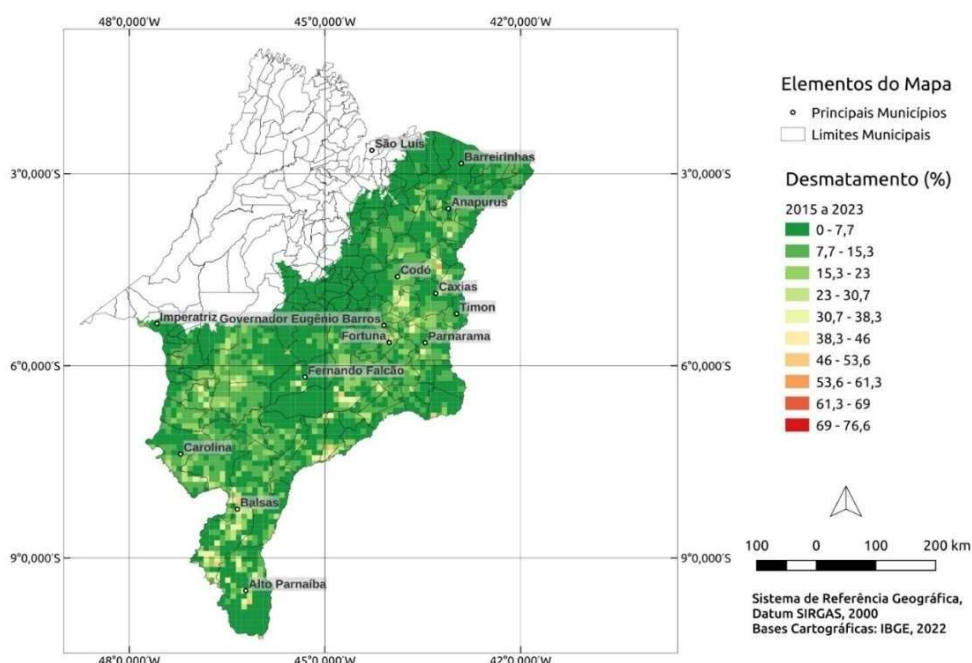
Figura 7 - Grade regular com o percentual de desmatamento no Cerrado Maranhense

Bacurizinho	218,41	2
Wedezé	135,32	3
Utiariti	110,46	4
Paresi	97,09	5
Cana Brava/Guajajara	94,21	6
Kanela Memortumré	94,17	7
Areões	83,92	8
Krikati	80,23	9
Bakairi	73,64	10
Menkü	65,21	11
Parque do Araguaia	55,12	12
Uirapuru	54,64	13
Cachoeirinha	52,87	14

Fonte: Terrabrasilis (2023). Elaboração ou Organização: os autores, 2024.

Adicionalmente, foi calculado o desmatamento ocorrido de 2015 a 2023, visando identificar se, nesse período, houve uma concentração em regiões mais específicas. A escolha do ano de 2015 se deu por ser um ponto de inflexão, onde o desmatamento começou a aumentar após uma tendência de queda. A Figura 8 confirma que não houve uma concentração regional do desmatamento. Na verdade, mesmo neste período, o desmatamento ocorreu de maneira distribuída em todo o cerrado.

Figura 8 - Percentual de desmatamento de 2015 a 2023.



Fonte: Terrabrasilis (2023). Elaboração ou Organização: os autores, 2024

Um estudo de Pinto (2021) aponta que o Cerrado maranhense perdeu 12% de áreas naturais e as atividades antrópicas cresceram 150% nos últimos anos, tendo a formação de pastagens como seu resultado mais prevalente. A partir dessa constatação, é possível acreditar que o principal motivo dos altos índices de desmatamento no Cerrado é o amparo legal, sendo que é exigido que seja mantida apenas 20% da cobertura vegetal de propriedades privadas nesta região.

No Maranhão, o fomento governamental à iniciativa privada para que fossem implementadas ações de modernização agrícola para produção de alimentos de forma integrada ao mercado, estimulou um novo fenômeno de concentração fundiária e de expansão de atividades econômicas mais extensivas em termos de apropriação de recursos naturais (Pinto, 2021). Esse pode ser caracterizado como o principal motivo do crescimento da pecuária e das monoculturas agrícolas na região, provocando alarmantes índices de desmatamento no Cerrado.

O fato de o Maranhão possuir 135 municípios do estado dentro da fronteira agrícola denominada MATOPIBA (toda extensão territorial do Cerrado no Maranhão), cerca de 26% da expansão agrícola do país ocorreu diretamente sobre essa região (Bolson e Araújo, 2022). Dá ênfase para retratar que o processo de desmatamento no estado ocorre sobre toda a extensão territorial do bioma. No entanto, nota-se que o foco em relação ao tema desmatamento no Cerrado maranhense é direcionado ao sul do estado, mas, como é possível verificar na Tabela 4,

os municípios com menor extensão territorial presentes no leste do estado tem contribuído com um grande percentual do desmatamento no bioma.

Os dados dispostos na Tabela 2, que visualizaram o incremento do desmatamento através da plataforma TerraBrasilis dão ênfase ao estudo de (Bolson e Araújo, 2022), podendo caracterizar o apontamento sobre a relação entre os índices de desmatamento e a expansão das fronteiras agrícolas dentro do território nacional.

O desmatamento no Cerrado maranhense implica em uma série de aspectos negativos, fragmentação de suas paisagens, perda da fauna, segundo Silva et al., (2023) há cerca de 137 espécies de animais ameaçadas de extinção. Põe em risco as populações indígenas que habitam a região, a tabela 5 apresenta altos índices de desmatamento em terras indígenas entre os anos de 2001 a 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises realizadas verificou-se uma ausência de estudos relevantes sobre a evolução temporal do desmatamento no Cerrado Maranhense, dessa forma os dados obtidos constataram que 48,523 mil km² dos 89,880 mil km² (mais da metade da área desmatada no Cerrado do estado), foram desmatados entre os anos de 2001 e 2023. Ao analisar a evolução temporal do desmatamento, observou-se uma tendência de queda no desmatamento até 2013, seguida por um aumento expressivo a partir de 2020.

A análise por microrregiões revela que o desmatamento ocorre em todo o Cerrado Maranhense, não se limitando ao sul do estado. O desmatamento no Cerrado Maranhense no intervalo de tempo analisado evoluiu de forma gradativa em todas as regiões do Cerrado no estado, evidenciando que a problemática do desmatamento no estado não está restrita a nenhuma região específica e nem aos municípios de grande extensão.

Enquanto a microrregião de Gerais de Balsas apresentou o maior desmatamento absoluto, as microrregiões de Presidente Dutra, Caxias e Chapadinha apresentaram as maiores variações relacionadas a desmatamento. Em Presidente Dutra, a área desmatada saltou de 44% para 82%. Pelos dados, verificou-se que 14% do desmatamento ocorreu em municípios que representam 7% da área de estudo, ou seja, em municípios de menor extensão. Como exemplo, o município de Governador Eugênio de Barros perdeu 63% da sua área territorial em 22 anos. Adicionalmente, utilizando uma grade regular para eliminar a influência da área dos municípios, a análise revelou que o desmatamento foi distribuído de maneira ampla por todo o Cerrado

Maranhense. Não se constatou nenhuma concentração relevante, mesmo no período mais recente, de 2015 a 2023, a partir de uma análise visual.

Esta análise exploratória chamou a atenção para que o desmatamento tem ocorrido em toda a extensão do bioma, inclusive nas terras indígenas. Contudo, vale ressaltar que este estudo não teve como objetivo identificar os possíveis fatores que têm contribuído para este desmatamento em cada região.

Em trabalhos futuros, poderão ser feitas análises detalhadas destas microrregiões e municípios a fim de compreender a utilização das suas áreas desmatadas. Isso poderá ser realizado com a utilização de outros dados, como os dados de classificação de uso e cobertura do projeto Mapbiomas (<https://brasil.mapbiomas.org/>).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. D. et al. Cenários de emissões de mudanças no uso da terra: Antecipando um processo de transição florestal na Amazônia brasileira. **Biologia da Mudança Global**, v. 22, p. 1821-1840, 2016. Disponível em: <https://abrir.link/nMLhl>. Acesso em: 3 jul. 2024.

ALMEIDA, J. G.; SODRÉ, R. B.; MATTOS JÚNIOR, J. S. de. O MATOPIBA nas chapadas maranhenses: impactos da expansão do agronegócio na microrregião de Chapadinha/The MATOPIBA in the Maranhão plateau: impacts of the expansion of agrobusiness in the Chapadinha microregion/El MATOPIBA en las chapadas maranhenses: impactos de la expansión del agronegocio en la microrregión de Chapadinha. **Revista NERA**, v. 0, n. 47, p. 248-271, 2019. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6271>.

BATISTELLA, M. et al. Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão. **Embrapa Territorial-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**, 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/987964>. Acesso em: 3 jul. 2024.

ARAÚJO, T. D.; FONSECA, E. L. da. Análise multitemporal dos Lençóis Maranhenses entre 1984 a 2014 utilizando sensoriamento remoto orbital. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 280-295, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.1.p280-295>.

BOLSON, S. H.; DE ARAÚJO, S. F. As metas brasileiras ao Acordo de Paris sobre as mudanças climáticas e o desmatamento ilegal no Bioma Cerrado: a omissão do Estado Brasileiro. **RELPE: Revista Leituras em Pedagogia e Educação**, v. 5, n. 1, p. 144-158, 2022.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 3 jul. 2024.

DA SILVA JANSEN, L. N.; FARIAS FILHO, M. S.; CAMPOS, M. C. C. Potencial agrícola e usos dos solos na microrregião de Caxias-Maranhão–Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 04,

p. 2069-2082, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 3 jul. 2024.

DIAS, L. J. B. da S. Zoneamento ecológico-econômico do Maranhão (ZEE-MA) etapa bioma cerrado e sistema costeiro. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE-MA)**. [S.l.: s.n.], 2022. Disponível em: <http://zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Sumario-Executivo-VOLUME-2.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DE ARAÚJO-PINTO, L. A. Transformação de paisagens e estruturação produtiva primária do Maranhão (1985-2020). **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, v. 12, n. 1, p. 22-51, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21680/2316-5235.2023v12n1ID29366>.

JANSEN, L. N. da S.; FARIAS FILHO, M. S.; CAMPOS, M. C. C. Potencial agrícola e usos dos solos na microrregião de Caxias - Maranhão – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 2069-2082, 2023. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p2069-2082>.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005. Disponível em: <https://abrir.link/wgrzW>. Acesso em: 3 jul. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2016 – 2018. Rio de Janeiro, 2020. 26 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 ago. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES Cerrado. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/prodes-cerrado.php. Acesso em: 22 maio 2024.

MAMEDE, J. S. D. S.; PASA, M. C. Diversidade e uso de plantas do Cerrado na comunidade São Miguel, Várzea Grande, MT, Brasil. **Interações (Campo Grande)**, v. 20, p. 1087-1098, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v20i4.2064>.

MapBiomas Brasil, 28 maio 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 19 set. 2024.

MELLO, N. G. R. D.; ARTAXO, P. Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, p. 108-129, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901X.v0i66p108-129>.

MURRAY-RUST, P. Open data in science. **Nature Precedings**, p. 1-1, 2008. Disponível em: <https://natureprecedings.nature.com>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SANO, E. E. et al. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados, 2007.

SILVA, M. R. A. C. et al. Levantamento da macrofauna edáfica em uma unidade de conservação do Cerrado no Leste Maranhense. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 46-56, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2023.001.0004>.

SPERA, S. A. et al. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. **Global Change Biology**, v. 22, n. 10, p. 3405-3413, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13298>.

STRASSBURG, B. B. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017. Disponível em: <https://abrir.link/qwert>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1246663>.

RAD 2023: Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023 - São Paulo, Brasil - MapBiomas, 2024 - 154 p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso em: 3 jul. 2024.

RAJÃO, R.; VURDUBAKIS, T. On the pragmatics of inscription: detecting deforestation in the Brazilian Amazon. **Theory, Culture & Society**, v. 30, n. 4, p. 151-177, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1177/0263276413486203>.

Financiamento: O presente trabalho é fruto de uma dissertação de mestrado, no qual o autor recebeu bolsa da Capes.

5. CONTRIBUIÇÕES ATRELADAS A DISSERTAÇÃO

5.1 Importância Social

Quando se traz à tona a questão social, a tarefa de identificar o desmatamento no Cerrado maranhense pode ser classificada como urgente e essencial, pois esse é um passo crucial no intuito de mitigar os impactos negativos que vem provocando a destruição desse bioma.

Nesse sentido, a importância social vai além da conservação ambiental, pois esse tema diretamente relacionado à segurança hídrica da região e produção de alimentos, outro ponto muito relevante se dá na preservação das populações locais (povos indígenas, quilombolas e pequenos agricultores).

Essas comunidades dependem diretamente dos recursos naturais do Cerrado para sua sobrevivência, seja por meio da agricultura de subsistência, da pesca ou do uso sustentável da biodiversidade.

5.2 Importância Econômica

Partindo do contexto econômico, identificar áreas com elevado índice de desmatamento pode ser crucial no que tange evitar sanções econômicas internacionais, além disso, a crescente demanda global por produtos sustentáveis, vem pressionando o Brasil a adotar práticas mais sustentáveis.

Outro aspecto econômico que pode ser apontado como relevante seria o potencial de geração de recursos a partir da preservação, nesse sentido podemos identificar iniciativas de mercado de carbono, que podem gerar receitas significativas para produtores que adotam práticas de conservação ambiental.

Sendo assim, identificar o desmatamento pode ser caracterizado como o primeiro para assegurar que as riquezas do Cerrado continuem gerando prosperidade no território maranhense, gerando desenvolvimento econômico.

5.3 Importância Ambiental

Por ser um bioma de biodiversidade impressionante, o Cerrado é ocupado por milhares de espécies de plantas e animais, grande parte dessas espécies

são endêmicas. Sendo caracterizado como um dos biomas mais diversos do planeta, é possível apontar que identificar o desmatamento nessa região é crucial para proteger os serviços ecossistêmicos que a região fornece.

Entre esses serviços, é possível destacar a regulação do ciclo hídrico, conservação do solo e a captura de carbono, essas atividades são apontadas como cruciais para combater as mudanças climáticas e preservar a qualidade de vida em nosso planeta. Além disso, o desmatamento descontrolado pode ocasionar erosão do solo, erosão do solo, assoreamento de rios e provocar a redução de recarga de aquíferos, agravando a escassez de água em diversas regiões.

ANEXOS

NORMAS DA REVISTA

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

- A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor".
- Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 7MB)
- URLs para as referências foram informadas quando necessário.
- O artigo tem extensão mínima de 12 e máxima de 30 páginas, está em em espaçamento 1,5; usa fonte Calibri tamanho 12; as figuras e tabelas estão inseridas no texto e identificadas com títulos e fontes, não no final do documento, como anexos.
- O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
- A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação Cega por Pares](#).

- Os direitos autorais são do autor e concedem à revista Tocantinense de Geografia, sem custo, o direito de primeira publicação, com o texto licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 International License e mediawiki.org/wiki/User:Revista_Tocantinense_de_Geografia

Diretrizes para Autores

Para submissão de artigos na Revista Tocantinense de Geografia é necessário que seja realizado um **cadastro**, com o propósito de facilitar o contato entre o conselho editorial e os autores. Quando o arquivo é submetido, o sistema emite um e-mail ao autor correspondente informando sobre a submissão do manuscrito. O processo editorial é iniciado com a conferência das normas de submissão. Se o texto estiver fora das normas será devolvido para adequação. Assim, para agilizar o processo editorial, recomenda-se aos autores que encaminhem os seus manuscritos, rigorosamente, de acordo com as normas do periódico.

Os artigos originais que estiverem em conformidade com as normas da revista serão avaliados pelo Conselho Editorial. Havendo correções será informado ao autor e este, por sua vez, terá o prazo máximo de 30 dias para fazer as devidas adequações para ser encaminhado para nova avaliação de mérito. Toda devolução de trabalhos será acompanhada de justificativa consubstanciada. Os trabalhos aprovados pelo Conselho Editorial terão seu mérito técnico-científico avaliado por dois ou três especialistas no assunto, que farão a avaliação dos artigos, resenhas e ensaios.

Periodicidade

A Revista Tocantinense de Geografia possui uma publicação quadrimestral. Os artigos são recebidos e publicados conforme submissão e ao final dos quatro meses a edição é encerrada.

Política de Acesso Livre

Todo o conteúdo da revista possui acesso livre, com a finalidade de garantir a difusão do conhecimento.

Missão

Permitir a difusão do conhecimento em Geografia e áreas afins por meio de artigos e ensaios científicos de pesquisadores locais, regionais, nacionais e

internacionais, com o propósito de contribuir com o debate em torno de questões relacionadas ao espaço geográfico, sociedade e educação.

Indexação

[DIADORIM](#); [LATINDEX](#); [CROSSREF](#); [JIFACTOR](#); [DRJI](#); [BIBLIOTEKEVIRTUAL](#)

Referências e citações

1. Os textos de artigos devem ser apresentados com extensão mínima de 12 e máxima de 30 páginas, em espaçamento 1,5, formato A-4, utilizando-se a fonte *Calibri*, tamanho 12. Utilizar o [template](#) da revista. Para Ensaio, deve ter uma extensão mínima de 08 páginas; Resenha de 04 páginas.
 2. O cabeçalho deve conter o título em caixa alta tamanho 14 centralizado (e opcional subtítulo, centralizado) em português e traduzido para o inglês (tamanho 12 em caixa alta, centralizado). **Não deve inserir o nome do autor para garantir avaliação cega.**
 3. O texto deve ser acompanhado obrigatoriamente com um resumo em português e em inglês, sendo opcional um terceiro resumo em espanhol, italiano e francês, com no máximo 200 e mínimo de 150 palavras, em espaço simples, recuado 2cm, tamanho 10 e uma relação de até 5 palavras-chave que identifiquem o conteúdo do texto devidamente traduzidas.
 - 4 – A estrutura do texto deve ser dividida em partes não numeradas e com subtítulos. É essencial conter introdução, objetivo, metodologia, discussão dos resultados e conclusão ou considerações finais, referências.
 5. As notas de rodapé não deverão ser usadas para referências. Esse recurso pode ser utilizado quando extremamente necessário e cada nota deve ter em torno de 3 linhas.
 6. As citações textuais longas (mais de 3 linhas) devem constituir um parágrafo independente. As menções a idéias e/ou informações no decorrer do texto devem subordinar-se ao esquema (Sobrenome do autor, data) ou (Sobrenome do autor, data, página).
- Ex.: (CARLOS, 1991) ou (CARLOS, 1991, p. 25). Caso o nome do autor esteja citado no texto, indica-se apenas a data entre parênteses. Ex.: “A esse respeito, Valverde tratando sobre a... (1985)”. Diferentes títulos do mesmo autor publicados no mesmo ano devem ser identificados por uma letra minúscula após a data. Ex.: (SANTOS, 2005a), (SANTOS, 2005b).
7. A bibliografia deve ser apresentada no final do trabalho, em ordem alfabética de sobrenome do(s) autor(es). Recomenda-se utilizar a ferramenta [More](#) para elaboração das referências.

Modelos:

1. a) no caso de livro: SOBRENOME, Nome (completo dos autores). Título da obra (negrito. Não negritar o subtítulo). cidade de publicação: Editora, data.

Ex.: DERRIDA, Jacques. **Margens da filosofia**. São Paulo: Atica, 1991.

1. b) no caso de capítulo de livro: SOBRENOME, Nome. Título do capítulo. In: SOBRENOME, Nome (org). **Título do livro**. Local de publicação: Editora, data. página inicial-página final.

Ex.: SAQUET, Marcos Aurélio. O território: diferentes interpretações na literatura italiana. In: RIBAS, Alexandre D.; SPOSITO, Eliseu S.; SAQUET, Marcos A (Org.). **Território e desenvolvimento**: diferentes abordagens. Francisco Beltrão: UNIOESTE, 2004. p.121-147.

- c) no caso de artigo em periódico: SOBRENOME, Nome. Título do artigo. **Título do periódico**. Local de publicação, volume do periódico, número do fascículo, página inicial-página final, mês(es). Ano.

Ex.: HAESBAERT, ROGÉRIO. Região, Diversidade Territorial e Regionalização. **GEOgraphia** anos 1, n. 1. Niterói, Pós-Graduação em Geografia, p. 01-10 , 1999.

1994. d) no caso de artigo apresentado em congresso: Nome. Título do artigo. In: NOME DO CONGRESSO, número do evento, data da realização, local de realização (cidade). Ex: HAESBAERT, Rogério. O mito da desterritorialização e as regiões-rede. **Anais do 5º. Encontro Brasileiro de Geógrafos**. Curitiba: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 1994.

1995. e) no caso de dissertações e teses: SOBRENOME, Nome. Título da dissertação (tese). Local: Instituição em que foi defendida, data. Número de páginas. (Categoria, grau e área de concentração).

Ex.: *RIBEIRO*, Miguel C. **A complexidade da Rede Urbana Amazônica**: três dimensões de análise. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998 (UFRJ, Tese, doutorado em Geografia).

8. As ilustrações (figuras, tabelas, desenhos, gráficos, fotografias) devem ser enviadas preferencialmente em arquivos nos formatos JPG ou TIF, já inseridas no texto.

Figura 1 - A igreja Nossa Senhora do Rosário.

Foto: o autor, mar. 2016.

9. O artigo completo deve ter no máximo 7mb.
10. Os artigos enviados serão apreciados pela Comissão Científica da Revista Tocantinense em Geografia, que poderá aceitar, recusar ou

reapresentar o original ao(s) autor(es) com sugestões de alterações editoriais.

Artigos

A revista Tocantinense de Geografia publica artigos com temática que contempla discussões sobre o espaço geográfico, a sociedade e a educação.

Fazer uma nova submissão para a seção [Artigos](#).

Dossiê

A Revista Tocantinense de Geografia a partir de 2022 abriu a seção para Dossiê. Conforme solicitação de autores e decisão do conselho editorial, será escolhido temáticas para a submissão dos textos na revistas.

Fazer uma nova submissão para a seção [Dossiê](#).

Resenhas

Publica resenhas de livros com as mais diversas temáticas

Fazer uma nova submissão para a seção [Resenhas](#).

Ensaio

Publica ensaios com temáticas diversas e que contribua para o debate científico.

Fazer uma nova submissão para a seção [Ensaio](#).

Entrevista

Publicar entrevista que tenha contribuição no debate das ciências

Fazer uma nova submissão para a seção [Entrevista](#).

Declaração de Direito Autoral

A Revista Tocantinense de Geografia não remunera nenhum autor pela publicação de seus textos. Os conteúdos dos textos publicados neste periódico são de responsabilidade de seus autores.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

Idioma

- [Português \(Brasil\)](#)
- [Français \(Canada\)](#)
- [Español \(España\)](#)
- [English](#)
- [Deutsch](#)

Desenvolvido por

[Open Journal Systems](#)

Informações

- [Para Leitores](#)
- [Para Autores](#)
- [Para Bibliotecários](#)

Enviar Submissão

[Enviar Submissão](#)

Navegar

Edição Atual

QUALIS CAPES 2022: **A3**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (UFT)

Curso de Geografia - Campus de Araguaína

Associação de Geógrafos Seção Araguaína (AGB Araguaína)

Rua Uxiramas esq. Avenida Paraguai, s/n. Setor Cimba, Araguaína – Tocantins,
Cep: 77824-848

Tel: 63 2112-2220

e-mail: eliseubrito@uft.edu.br