



CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO DAS ÁREAS DESMATADAS NO CERRADO TOCANTINENSE NO PERÍODO DE 2012 A 2022

CLASSIFICATION OF THE RELIEF OF DEFORESTED AREAS IN THE CERRADO OF TOCANTINENSE IN THE PERIOD FROM 2012 TO 2022

CLASIFICACIÓN DEL RELIEVE DE ÁREAS DEFORESTADAS EN EL CERRADO TOCANTINENSE EN EL PERIODO 2012 AL 2022

ISADORA CARDOSO DE ASSIS CORRÊA¹

GABRIEL PEREIRA²

ANDRÉ BATISTA DE NEGREIROS³

¹Engenheira Florestal (UFLA), mestranda em Geografia pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - 36301-360, MG, Brasil. E-mail: isadorassis@gmail.com

²Doutor em Geografia (UFRJ), Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) -36301-360, MG, Brasil.. E-mail: andrebnegreiros@ufsj.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5278-5546>

³Pós doutorado em Sensoriamento Remoto (GSFC/NASA), Professor da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - 36301-360, MG, Brasil. E-mail: pereira@ufsj.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2093-9942>

RESUMO

O artigo aborda o desmatamento no Cerrado tocantinense no período de 2012 a 2022. Devido a sua importância biogeográfica, destaca-se a preocupação crescente associada ao desmatamento, que se manifesta principalmente em áreas com relevos classificados como planos e suavemente ondulados. O estado de Tocantins, inserido no MATOPIBA, surge como epicentro da intensificação agrícola, resultando em impactos socioambientais significativos. O estudo utiliza dados de desmatamento do PRODES Cerrado, fornecidos pelo INPE, e dados de modelos digital de elevação produzidos pelo SRTM para analisar as relações entre os desmatamentos e as características do relevo, evidenciando a predominância do desmatamento em áreas planas e suavemente onduladas. O cenário revela uma degradação expressiva de 9,5% do Cerrado tocantinense neste recorte temporal, indicando a urgência de ampliar áreas protegidas e considerar as diretrizes do Código Florestal. Palavras-chave: Desmatamento; Relevo; Cerrado tocantinense.

Palavras-chave: Desmatamento; Relevo; Cerrado tocantinense.

ABSTRACT

The present work approach the deforestation of the Cerrado in the State of Tocantins between the period 2012 to 2022. Due to its biogeographic importance, the growing concern associated with deforestation stands out, which manifests itself mainly in areas with reliefs classified as flat and gently wavy. The state of Tocantins, situated into the MATOPIBA region, emerges as the epicenter of agricultural intensification, resulting in significant socio-environmental impacts. The study uses deforestation data from the PRODES Cerrado project, created and operated by INPE, along with digital elevation model data from SRTM, to analyze the relationships between deforestation and relief characteristics. It emphasizes the prevalence of deforestation in flat and gently undulating areas. The results show a significant degradation of 9.5% of the Tocantins's Cerrado in this historical series, indicating the urgent need to expand protected areas and consider the guidelines of the Forest Code. Keywords: Deforestation; Topography; Tocantins Cerrado.

Keywords: Deforestation; Topography; Tocantins Cerrado.

RESUMEN

El artículo aborda la deforestación en el Cerrado de Tocantins de 2012 a 2022, teniendo en cuenta su importancia biogeográfica y destacando la creciente preocupación asociada a esta práctica, que se manifiesta principalmente en áreas con relieves clasificados como planos y suavemente ondulados. El estado de Tocantins, incluido en MATOPIBA, aparece como el epicentro de la intensificación agrícola, resultando en importantes impactos socioambientales. El estudio utiliza datos de deforestación de PRODES Cerrado, proporcionados por el INPE, y datos de modelos digitales de elevación producidos por SRTM para analizar las relaciones entre la deforestación y las características del relieve, destacando el predominio de la deforestación en áreas planas y suavemente onduladas. El escenario revela una degradación significativa del 9,5% del Cerrado de Tocantins en este período, lo que indica la urgencia de ampliar las áreas protegidas y considerar las directrices del Código Forestal.

Palabras clave: Deforestación; Alivio; Cerrado de Tocantins.

INTRODUÇÃO



O Cerrado, considerado a segunda maior região biogeográfica da América do Sul e reconhecida como a Savana mais biodiversa do planeta (Sano, 2010), abrange aproximadamente 25% do território brasileiro, estendendo-se por doze Unidades Federativas além do Distrito Federal, como Goiás, Maranhão, Piauí, Tocantins, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, Pará, Paraná e São Paulo (IBGE, 2019). É relevante destacar que a região do Cerrado, além de abrigar uma das maiores reservas subterrâneas de água da América do Sul, conhecida como Aquífero Guarani (Rocha, 1997), é a origem de seis das oito mais importantes bacias hidrográficas da América do Sul, conforme indicado por Watzen (2006) e Siqueira (2021). Dentre essas bacias, destacam-se especialmente a Bacia Araguaia-Tocantins, as bacias do Paraná-Paraguai e do Rio São Francisco. Este bioma singular, caracterizado por sua rica biodiversidade e de extrema importância nos ciclos hidrológicos regionais, enfrenta um grande desafio do avanço alarmante do desmatamento.

O relevo apresenta classes que qualificam características relacionadas à inclinação, extensão das encostas e configuração superficial dos terrenos, que são utilizadas também para oferecer dados sobre a viabilidade do uso de equipamentos agrícolas, especialmente os mecanizados, e para auxiliar na análise da susceptibilidade dos solos à erosão (EMBRAPA, 2018). De acordo com a Embrapa (2018), o relevo divide-se em 6 classes, que são: Plano, com declividades variáveis de 0% a 3%; Suave Ondulado, com declives suaves variando de 3% a 8%; Ondulado, com declives moderados que variam de 8% a 20%; Forte Ondulado, com declives fortes variáveis de 20% a 45%; Montanhoso, com desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes a muito fortes variando de 45% a 75%; e por fim, Escarpado, com declives muito fortes superiores a 75%. O bioma do Cerrado exibe um relevo predominantemente plano ou suavemente ondulado, embora também se observem áreas de topografia acidentada, caracterizadas por ondulações moderadas a acentuadas. A variação de altitude do Cerrado abrange elevações desde aproximadamente 300 metros, como na Baixada Cuiabana, no Mato Grosso, até altitudes superiores a 1.600 metros, como na Chapada dos Veadeiros, em Goiás (Ribeiro e Walter, 1998). A predominância do relevo caracteristicamente plano e suave ondulado do bioma Cerrado, conjugado ao incremento demográfico e à implementação de infraestrutura, favoreceu a expansão significativa da atividade agropecuária a partir da década de 1970.

Os biomas brasileiros têm sofrido degradações significativas ao longo do tempo. Nas últimas décadas, o Brasil testemunhou um preocupante avanço do desmatamento, influenciado por diversos fatores, como a expansão agrícola, pecuária e infraestrutura. A perda de áreas florestais não apenas compromete a biodiversidade única desses ambientes, mas também contribui para as mudanças climáticas globais, dada a importância dessas florestas na regulação do clima e na absorção de carbono. Os biomas como a Amazônia e o Cerrado vêm sendo impactadas significativamente. De acordo com as análises provenientes do Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020, 44% do Cerrado já foi convertido em diferentes tipos de uso da terra, principalmente pastagens cultivadas com gramíneas exóticas (30%) (Azevedo, *et al.* 2021).

Frente à crescente pressão por medidas que freiem as supressões de vegetação nativa, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) lançou, em 1988, o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite, conhecido como Prodes. Logo em seguida, diante da expansão agropecuária no Cerrado desde 1970, o Brasil percebeu a necessidade de estender o programa de monitoramento também para o bioma Cerrado. A partir disso, o INPE publicou os resultados do projeto PRODES Cerrado, que envolve o mapeamento do desmatamento em toda a extensão do Cerrado, abrangendo o período de 2000 a 2022, o qual disponibiliza dados geográficos digitais através da plataforma TerraBrasilis (Silva, 2023). No entanto, a peculiaridade do Cerrado em relação às leis ambientais e políticas de conservação contribui para um cenário desafiador, com apenas 8% do bioma protegido por unidades de conservação (Rausch, 2019).

O Estado do Tocantins, localizado em uma região de grande importância ecológica, destaca-se por abrigar a bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia e por representar uma área de transição entre três dos maiores biomas brasileiros: Amazônico, Cerrado e Caatinga. Todavia, essa região não está imune à forte influência antrópica, refletida na devastação de muitas áreas (Silva, 2007). Inserido integralmente no MATOPIBA, Tocantins encontra-se no epicentro dessa intensificação agrícola, acarretando consequências socioambientais, como a degradação de corpos d'água e da vegetação nativa, impactando comunidades rurais tradicionais e áreas urbanas emergentes (Ferreira, 2019).

Devido à grande influência humana, evidenciada pela extensa devastação, é importante intensificar os esforços na preservação. Atualmente, apenas 14,66% do cerrado tocantinense está sob a proteção de Unidades de Conservação, o que indica a necessidade de ampliar significativamente essa porcentagem. Além disso, é válido considerar as áreas de preservação permanente estabelecidas pelo Código Florestal (Lei nº12.651/2012) como parte integrante dessa estratégia de conservação. O aumento efetivo das áreas protegidas não apenas contribuirá para a preservação da biodiversidade única do Cerrado Tocantinense, mas também desempenhará um papel essencial na mitigação dos impactos adversos resultantes da intensificação das atividades humanas na região.

Diante desse contexto, esta pesquisa tem como objetivo classificar e analisar as classes de relevo presentes nas áreas desmatadas no Estado do Tocantins no período de 2012 a 2022. Essas áreas foram identificadas pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento no Cerrado (PRODES Cerrado) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O foco é compreender as características topográficas que mais contribuem para o desmatamento, buscando identificar padrões e classes de relevo que desempenham um papel significativo no avanço dessa prática na região tocantinense.

MATERIAIS E MÉTODOS - ÁREA DE ESTUDO

O estado do Tocantins possui área territorial de 277.423,627km², contém 139 municípios dentro do seu limite geográfico e população estimada em 1.511.460 habitantes (IBGE, 2022). No estado estão presentes os biomas Amazônico e Cerrado, que cobrem, respectivamente, 9% e 91% do estado do Tocantins.

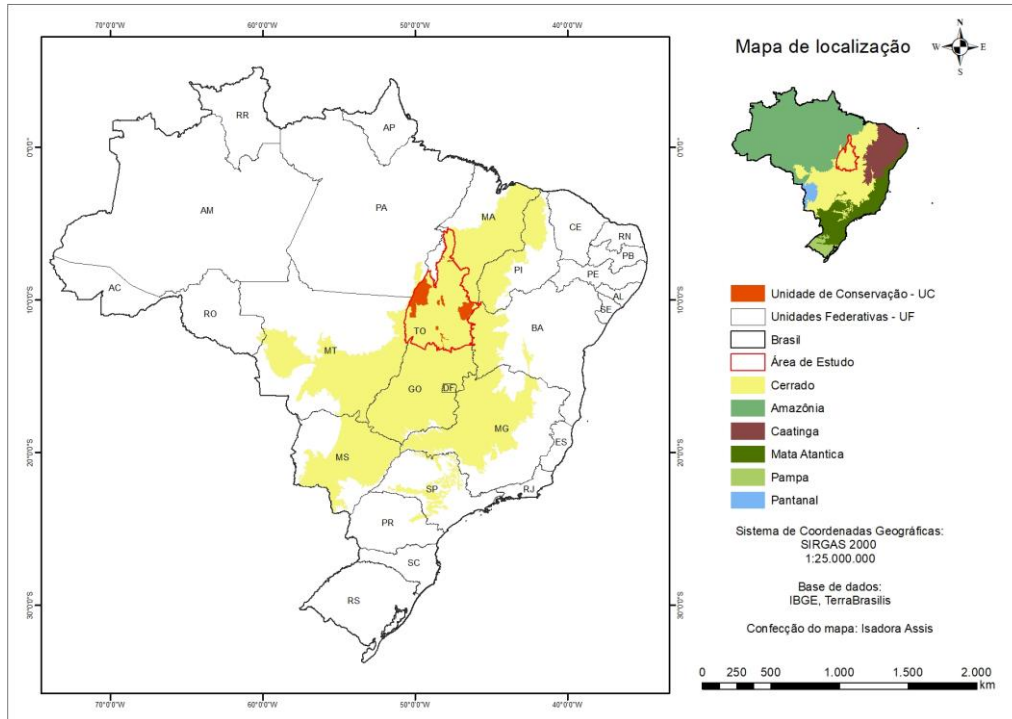
O clima em Tocantins, conforme categorização de Köppen, é identificado como AW – Tropical de verão úmido, com um período de estiagem no inverno. Nesse padrão climático, janeiro se destaca como o mês mais chuvoso, enquanto agosto é reconhecido como o período mais seco. A média anual de precipitação varia entre 1.500 e 2.100 mm. A classificação climática definidas pelo Método de Thornthwaite (1948) apresenta três regiões climáticas principais para o estado do Tocantins: a) Clima úmido com moderada deficiência hídrica (B1wA'a'); b) Clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica (C2wA'a'); e c) Clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica (C2wA'a'). O tipo de clima C2wA'a" é o mais abrangente, cobrindo quase todo o Estado (Tocantins, 2012). Essa classificação caracteriza-se pela presença de duas estações claramente definidas, uma seca e outra chuvosa. Essa característica climática confere à área de estudo uma dinâmica única, influenciando significativamente os processos ambientais e, por conseguinte, a dinâmica do desmatamento na região.

O relevo do estado do Tocantins, integrante do Planalto Central Brasileiro, caracteriza-se por suas superfícies tabulares e aplainadas resultantes dos processos de pediplanação (Ross, 1999). A região é predominantemente composta por planaltos, mas também abriga áreas de planícies e depressões. A Serra Geral, localizada a leste, destaca-se pelas altitudes médias mais elevadas, enquanto o ponto culminante encontra-se na Serra das Traíras, ao sul, atingindo 1340 metros de altitude.

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) provenientes do Projeto de Monitoramento do Desmatamento no Cerrado (PRODES Cerrado) em 2023, o estado do Tocantins emerge como o mais desmatado no período de 2012 a 2022 dentre as 13 unidades federativas que compõem o bioma Cerrado.

A área de estudo foi definida a partir da relevância quanto ao desmatamento iminente nos últimos anos e ao seu potencial ecossistêmico (Figura 1).

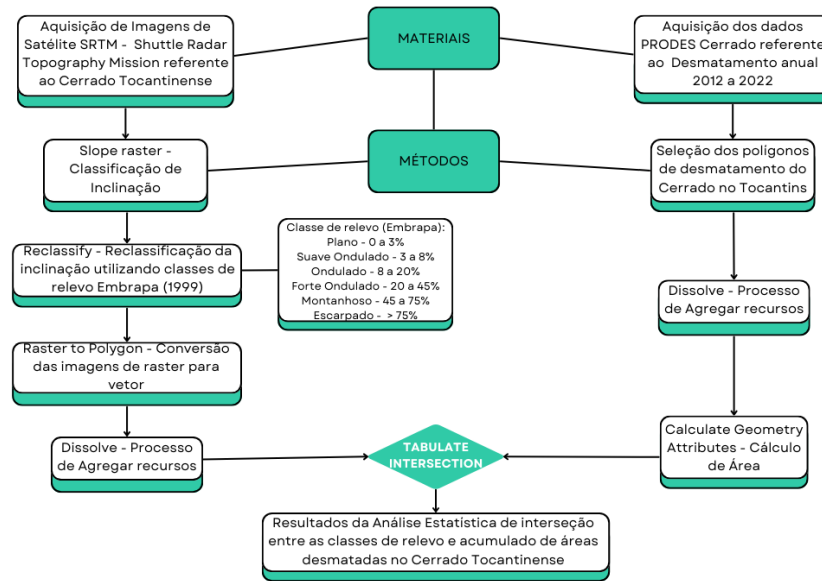
Figura 1– Mapa de localização da área de estudo, Unidades de Conservação inseridas na área de estudo e a abrangência do bioma Cerrado no Brasil.



Fonte: IBGE, INPE, Elaboração Cartográfica dos autores.

As principais etapas envolvidas nesta pesquisa estão contidas conforme fluxograma da Figura 2.

Figura 2– Fluxograma dos materiais e métodos abordados no estudo.



Fonte: Dos autores.

Materiais

Os dados essenciais para a condução deste estudo foram obtidos por meio do Projeto de Monitoramento do Desmatamento no Cerrado (PRODES Cerrado), uma iniciativa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), acessíveis através da plataforma TerraBrasilis, também desenvolvida e disponibilizada pelo INPE. O PRODES Cerrado, dedicado ao mapeamento do desmatamento em toda a extensão do bioma Cerrado, serviu como a base fundamental para a análise conduzida nesta pesquisa, concentrando-se no período de 2012 a 2022 e delimitando-se ao recorte do bioma presente no estado do Tocantins.

O método empregado pelo PRODES para a detecção do desmatamento envolve a interpretação visual de imagens de satélite Landsat ou equivalentes, destacando-se pela notável resolução espacial de 30 metros. Vale mencionar que o projeto estabelece como critério uma área mínima de um hectare (1 ha) para identificação de desmatamento.

No âmbito do PRODES, o conceito de desmatamento compreende a supressão da vegetação nativa, independente do uso futuro dessas áreas. Essa abordagem ampla possibilita a consideração de diversas atividades antrópicas que resultam na remoção da cobertura vegetal natural do Cerrado, proporcionando um entendimento abrangente dos impactos humanos sobre esse ecossistema.

Para a obtenção dos dados de altitude, foram utilizados os modelos digitais de elevação da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). As imagens SRTM selecionadas foram adquiridas através de um dos principais catálogos de disseminação disponíveis na internet, o U.S. Geological Survey (USGS). Para cobrir toda a extensão do cerrado tocantinense, foi necessário baixar um total de 36 imagens SRTM.

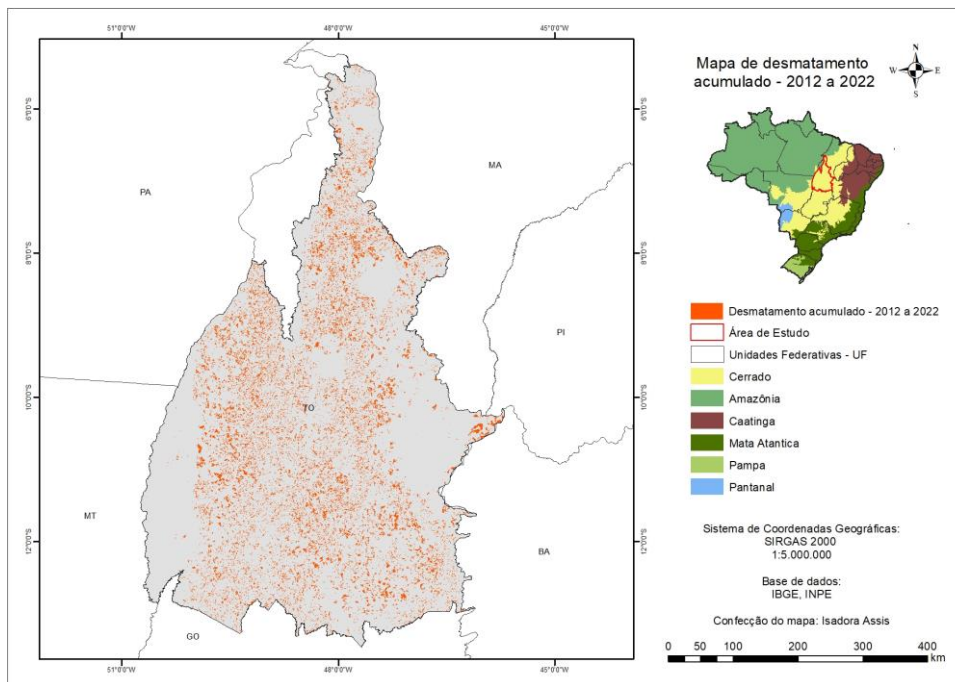
Métodos

O desenvolvimento deste estudo baseou-se em metodologias de geoprocessamento utilizando ferramentas de Sistema de Informações Geográficas para análise e processamento dos dados geoespaciais.

Inicialmente, os arquivos vetoriais referentes ao desmatamento, fornecidos pelo PRODES, foram reprojeto para o sistema de Coordenadas Geográficas com Datum SIRGAS 2000. Esses arquivos foram, então, recortados conforme os limites específicos das áreas de Cerrado presente no estado do Tocantins, proporcionando uma delimitação mais precisa para as análises subsequentes. Ao longo dessas análises, explorou-se a distribuição espacial do desmatamento no Cerrado, concentrando no período entre 2012 e 2022, destacando as áreas de supressão recente.

Para consolidar os dados de desmatamento acumulado, utilizou-se a ferramenta de dissolver, que agregou as informações tratadas como uma única unidade de desmatamento. Em seguida, a ferramenta Cálculo de geometria, foi empregada para calcular a área desmatada do compilado dos anos de 2012 a 2022. Os dados resultantes (Figura 3) foram reservados para análise estatística posterior.

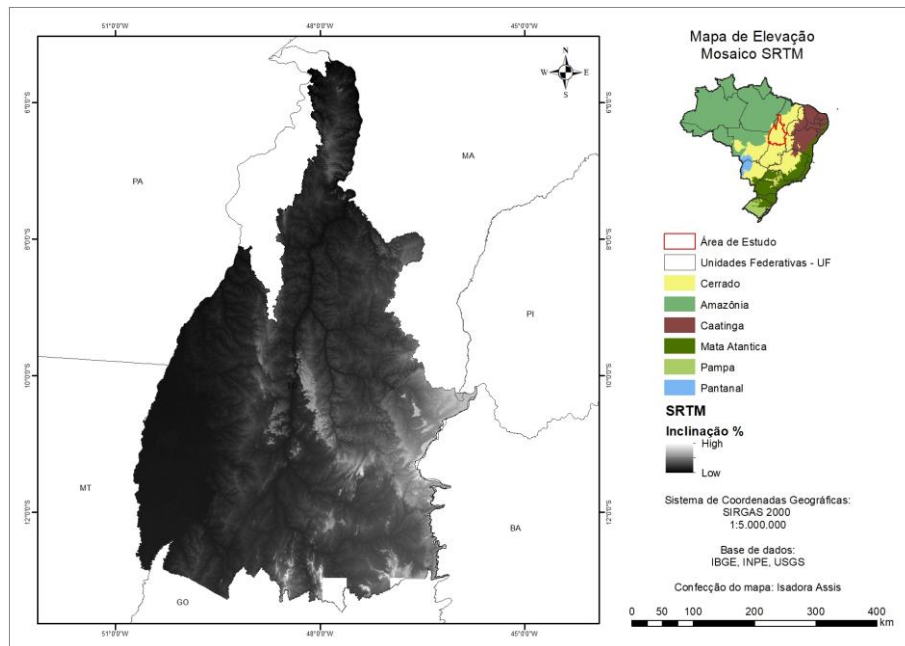
Figura 3 – Dados de desmatamento acumulado no recorte temporal de 2012 a 2022 provenientes do PRODES Cerrado.



Fonte: IBGE, INPE, Elaboração Cartográfica dos autores.

Os arquivos matriciais provenientes do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) foram utilizados para extração de informações de elevação (Figura 4). Inicialmente, a ferramenta declive foi aplicada para gerar informações sobre a inclinação do terreno. Esses dados, classificados por porcentagem de inclinação, passaram pela ferramenta de reclassificação, onde foram categorizados de acordo com as classes de relevo estabelecidas pela Embrapa (2018). As 06 (seis) classes resultantes, que são: Plano (0 a 3%), Suave Ondulado (3 a 8%), Ondulado (8 a 20%), Forte Ondulado (20 a 45%), Montanhoso (45 a 75%) e Escarpado (> 75%); forneceram uma classificação detalhada do relevo da região.

Figura 4 – Mapa de elevação. Mosaico das imagens de satélite - SRTM.



Fonte: IBGE, INPE, Elaboração Cartográfica dos autores.

O processo seguiu com a conversão do arquivo *raster* resultante para polígono (vetor), e a ferramenta para dissolver foi novamente aplicada para agregar atributos com informações de classe iguais.

A integração e análise conjunta dos dados de desmatamento e declividade do relevo foram executadas utilizando a ferramenta de análise estatística que tabula interseção dos dados. Essa ferramenta, específica para calcular a interseção entre duas classes de recursos, proporciona uma tabulação cruzada da área dos recursos que se sobrepõem. Essa análise permitiu uma interpretação mais aprofundada dos dados obtidos, favorecendo a compreensão das relações entre as áreas de desmatamento e as características do relevo na região estudada.

Finalmente, foram elaborados os mapas cartográficos representativos da área de estudo, do desmatamento no Cerrado de Tocantins, bem como do mapa de declividade utilizando as imagens SRTM, proporcionando uma visualização do relevo presente nas áreas desmatadas no período de 2012 a 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período de 2012 a 2022, a análise realizada revela que, dos 253.104,8 km² que compõem a área total do Cerrado no estado do Tocantins, cerca de 23.635,46 km² foram completamente suprimidos ou convertidos para outros usos e coberturas. Esse cenário representa uma degradação de 9,5% do Cerrado presente no estado durante esse recorte temporal. Essa proporção destaca o impacto do desmatamento na paisagem do Cerrado tocantinense, indicando uma considerável transformação do ecossistema natural. É importante ressaltar que essa análise contempla apenas o desmatamento ocorrido entre 2012 e 2022, sem considerar os impactos anteriores a esse período, o que sugere que a área degradada pode ser ainda mais extensa se incluirmos dados anteriores. De acordo com Duarte (2018), ao longo do período de 1988 até 2014 o estado do Tocantins obteve uma taxa de desmatamento acumulada de 8.507 km². A partir desses dados é possível inferir que o estado do Tocantins obteve uma intensificação de desmatamento na última década.

Os impactos dessa supressão de vegetação nativa vão além da perda de cobertura vegetal, impactando negativamente a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos, e contribuindo para a fragmentação e perda de habitats naturais. Além disso, a degradação do Cerrado tem implicações diretas nas condições climáticas, qualidade da água, e na resiliência do ecossistema frente às mudanças ambientais. Como mencionado por Bolson (2018), pesquisas divulgadas por organizações tanto nacionais quanto internacionais indicam que a degradação ocorrida no Cerrado brasileiro desempenha um papel significativo, com impactos consideráveis na preservação, ou falta dela, da Amazônia.

Os resultados da análise integrada dos dados de desmatamento e declividade do relevo revelam padrões consideráveis, proporcionando insights fundamentais para a compreensão das dinâmicas ambientais no Cerrado tocantinense no período de 2012 a 2022. Conforme os resultados obtidos a partir do processo de tabular as interseções, a distribuição do desmatamento em relação às diferentes classes de inclinação do relevo estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados das análises estatísticas de interseção entre a área desmatada acumulada no período de 2012 a 2022 e as classes de relevo

Classe de Relevo (Embrapa, 2018)	Declividade (graus)	Declividade (%)	Desmatamento acumulado de 2012 a 2022 (%)
Plano	0° a 1,72°	0 a 3	33,2134
Suave Ondulado	1,72° a 4,58°	3 a 8	53,4615
Ondulado	4,58° a 11,31°	8 a 20	12,2597
Forte Ondulado	11,31° a 24,23°	20 a 45	1,0363
Montanhoso	24,23° a 36,87°	45 a 75	0,0279
Escarpado	>36,87°	> 75	0,0012

Fonte: Dos autores.

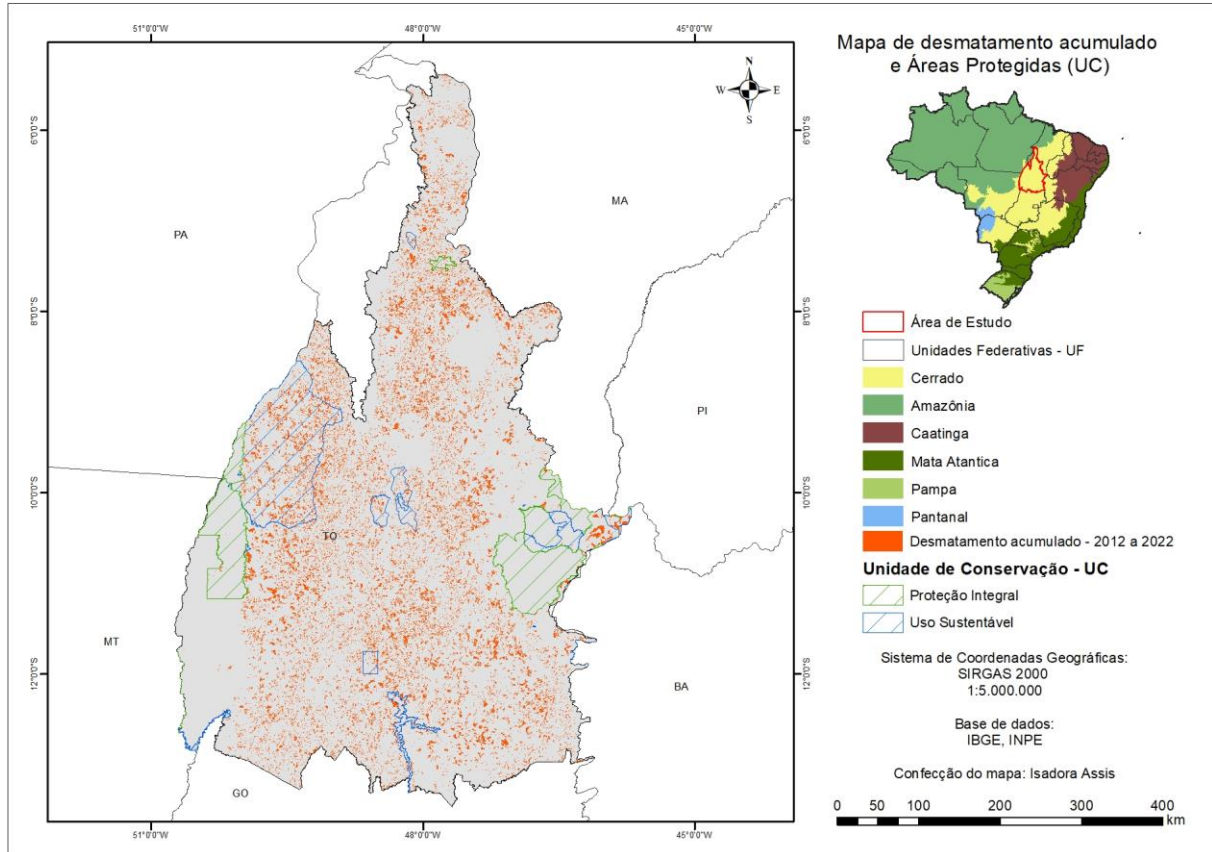
A partir dos dados apresentados (Tabela 1), destaca-se a alta concentração do desmatamento em áreas de relevo plano e suavemente ondulado, representando cerca de 86% das áreas desmatadas. Essa predominância evidencia uma notável associação entre o desmatamento no Cerrado Tocantinense, no período de 2012 a 2022, e as áreas de relevo plano e suavemente ondulado, que são propícias para práticas agropecuárias mecanizadas. Essas regiões oferecem vantagens significativas em termos de acessibilidade e infraestrutura, facilitando a implantação de atividades humanas, especialmente as expansões agrícolas e pecuárias. A viabilidade agrícola é acentuada em terrenos planos, resultando em decisões econômicas que favorecem práticas como agricultura extensiva e pastagem.

Aspectos econômicos, como menor complexidade logística e investimentos iniciais mais baixos, direcionam as atividades produtivas para essas áreas. Pressões antropogênicas, impulsionadas pelo crescimento populacional e demanda por recursos naturais, contribuem para a expansão das fronteiras agrícolas nessas regiões mais acessíveis. Em contrapartida, áreas de relevo mais acidentado apresentam limitações ambientais que tornam menos atrativas práticas intensivas, resultando em menor incidência de desmatamento. Essas dinâmicas destacam a interrelação complexa entre fatores geográficos, econômicos e ambientais na configuração do padrão de desmatamento no Cerrado Tocantinense.

Em relação às áreas de Unidades de Conservação (UC) no Cerrado de Tocantins, observa-se que aproximadamente 14,66% do território encontra-se sob alguma forma de proteção (Figura 5). No entanto, um aspecto crítico emerge ao analisar os tipos de Unidade de

Conservação presentes, revelando que apenas 6,4% são classificadas como Unidades de Conservação de Proteção Integral.

Figura 5 – Mapa de desmatamento acumulado dos anos de 2012 a 2022 com sobreposição dos polígonos de Áreas Protegidas de Unidades de Conservação, em azul UC de Uso Sustentável e em verde UC de Proteção Integral.



Fonte: IBGE, INPE, Elaboração Cartográfica dos autores.

As Unidades de Conservação de Proteção Integral impõem restrições mais rigorosas quanto à conversão de uso do solo e atividades humanas, diante disso essa distinção é pertinente. Assim, apenas uma parcela limitada de 16.175,2 km², correspondendo a 6,4% do Cerrado tocantinense, está legalmente resguardada contra a conversão do uso do solo por meio dessas áreas protegidas. Em 2011, um estudo conduzido por Santana indicou um total de 15.982 km², equivalente a 6,3% do bioma, nas áreas abrangidas pelas unidades de conservação de proteção integral no Cerrado tocantinense. Ou seja, em aproximadamente uma década, houve o aumento de 0,01% de áreas protegidas por Unidades de Conservação de Proteção Integral. Isso evidencia desafios significativos para a efetiva preservação do Cerrado no Tocantins.

CONCLUSÕES

A análise integrada dos dados do PRODES Cerrado e das informações geomorfológicas ofereceu um embasamento sólido para compreender a relação entre a declividade do relevo e o avanço do desmatamento no Cerrado do estado do Tocantins. A combinação desse conjunto de dados agrega valor à análise, proporcionando uma visão mais completa da dinâmica ambiental dessa região. Os resultados das análises indicaram que as classes de relevo mais

desmatadas foram aquelas caracterizadas como planas e suavemente onduladas, reflexo da melhor possibilidade de ocupação agrícola. Essa compreensão é fundamental para orientar o desenvolvimento de estratégias eficazes de conservação e manejo sustentável. A implementação de políticas que considerem as características do relevo, promovam práticas agrícolas sustentáveis e fortaleçam a proteção das áreas mais sensíveis torna-se de extrema importância para mitigar os impactos do desmatamento concentrado em relevos planos e suavemente ondulados presentes em grande parte no Cerrado tocantinense. Já que apenas 6,4% do Cerrado presente no estado do Tocantins se encontra protegido por Unidade de Conservação de Proteção Integral.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Tasso; ROSA, Marcos Reis; SHIMBO, Júlia Zanin; OLIVEIRA, Magaly Gonzales. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020**. 2021. 93p. MapBiomas, São Paulo, 2021. <http://alerta.mapbiomas.org>

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 15 nov. 2023.

BOLSON, S. H. O cerrado nas metas brasileiras do acordo de paris: a omissão do estado brasileiro com o desmatamento na cumeeira da américa do sul. **Revista de Direito Ambiental E Socioambientalismo**, Salvador, v. 4, n. 1, p. 112 – 131, 2018.

COLLICCHIO, Erich; ROCHA, Humberto; VICTÓRIA, Daniel; ANDRADE, André. **Agricultura e Mudanças do Clima no Estado do Tocantins: Vulnerabilidade, Projeções e Desenvolvimento**. Cenários Prospectivos de Mudanças Climáticas para o Estado do Tocantins; Capítulo 6. Palmas - Tocantins, 2022. 133-163p.

DUARTE, S. C. Análise de impactos socioambientais da expansão do agronegócio no Tocantins: o caso do Prodoeste. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína – Tocantins, n.12, 157-174p. 2018.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição, Brasília, DF : Embrapa, 2018. 356 p.

FERREIRA, Yara Cruz; SOLER, Luciana S.; MARQUES, Alexandre; RODIANI, Rafael; OMETTO, Jean. **Mapeamento de áreas potenciais para redd+ como mecanismo de pagamento por serviço ambiental no cerrado tocantinense**. 2019. 4p. XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Santos -SP, 2019.

GARCIA, Fanuel Nogueira; FERREIRA, Laerte Guimarães; LEITE, Juliana Ferreira. **Áreas Protegidas no Bioma Cerrado: fragmentos vegetacionais sob forte pressão**. 2011. 8p. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Curitiba -PR, 2011.

IBGE. **Biomass do Brasil**. Vetores; Escala 1:250.000. (2019). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomass.html> . Acesso em: 15 out. 2023.

IBGE. **Censo Demográfico - 2022**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Disponível em:

https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?utm_source=ibge&utm_medium=home&utm_campaign=portal/ . Acessado em: 14 de dezembro de 2023.

INPE. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral de Observação da Terra. Programa De Monitoramento Da Amazônia E Demais Biomas. Desmatamento – Cerrado – Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/> .

MAURANO, Luis Eduardo P.; ALMEIDA, Cláudio Aparecido de; MEIRA, Maurício Braga. **Monitoramento do Desmatamento do Cerrado Brasileiro por Satélite**. 2019. p. 3175-3182. XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos - SP. 2019.

MESSIAS, Cassiano Gustavo; FERREIRA, Marcos César; AFFONSO, Adriana; MAURANO, Luis Eduardo P. **Distribuição espacial do desmatamento de fitofisionomias no Cerrado brasileiro: uma análise a partir dos dados do sistema PRODES**. v. 1, p. 299-312. In: Giovanni Seabra. (Org.). Educação ambiental: uso, manejo e gestão dos recursos naturais. 1ed.: Barlavento, 2022.

RAUSCH, L. L.; SCHELLY, I.; BRANDÃO JR., A.; et al. Soy expansion in Brazil's Cerrado. **Conservation Letter**, Madison – USA, fev. 2019.

RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. p. 89-166. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P. de. (ed.) **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa-CPAC: Planaltina. 1998.

ROCHA, G. A. **O grande manancial do Cone Sul**. Estudos avançados p. 191-212 (30), 1997.

ROSS, J. L. S. **Relevo brasileiro: planaltos, planícies e depressões**. Novos Caminhos da Geografia, Editora Contexto, São Paulo. 1999

SANO, Edson E.; ROSA, Roberto; BRITO, Jorge L. S.; FERREIRA, Laerte G. **Land Cover Mapping of the Tropical Savanna Region in Brazil**. Environmental Monitoring & Assessment, Embrapa Cerrado, v. 166, p. 113–124. Planaltina, DF. 2010.

SANTANA, Helena Maria de Paula; SANO, Edson Eyji; BEZERRA, Heleno da Silva. **Formações vegetacionais do Cerrado em unidades de conservação de proteção integral no estado do Tocantins**. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.1820, maio de 2011.

SILVA, I. C. O., Silva, M. B., - **Qualificação dos dados de desmatamento no estado do Tocantins, porção do cerrado brasileiro, utilizando dados do prodes e terraclass**. XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis – SC, Brasil, INPE p.791, abr. 2023.

SILVA, I. S., Pettinati, D. R., Soler, L. S. **Desmatamento no Cerrado brasileiro: Uma análise das ecorregiões Araguaia Tocantins, Alto Paranaíba e Paraná Guimarães**. XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis – SC, Brasil, INPE p.704, abr. 2023.

SILVA, Luis Antônio G. C., 2007. **Biomias presentes no estado do tocantins**. Nota Técnica. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Coordenação de Biblioteca. <http://bd.camara.gov.br>

SIQUEIRA, L. N., Radic, L. F. A degradação do cerrado e a questão hídrica sul-americana: possíveis implicações jurídicas para o brasil. **Revista Vertentes do Direito**, Tocantins, vol 08. n.01, p. 470 – 490, fev. 2021.

SOUZA, J. C. de; MARTINS, P. T de A.; DRUCIAKI, V. P. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, Goiás, v.9, n.2, e922020, jul./dez. 2020

SOUZA, L. B; BARROS, J. R. Agronegócio e ambiente no Cerrado tocantinense: um panorama dos municípios com base em indicadores. **Ateliê Geográfico**, Goiânia-GO, v. 13, n. 1, p. 124 – 149, abr. 2019.

STRASSBURG, B. B. N. et al., Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, Article Number: 0099, 2017.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública - SEPLAN. Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. SOUSA, Paulo Augusto Barros de; BORGES, Rodrigo Sabino Teixeira; DIAS, Ricardo Ribeiro (Org.). Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6. ed. rev. atu. Palmas: SEPLAN, 2012. 80 p.

WANTZEN, Karl M.; SIQUEIRA, Alberto; NUNES, Cátia da Cunha; SÁ, Maria de Fátima Pereira de. **Stream-valley systems of the brasilian cerrado**: impact assessment and conservation scheme. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 16, n. 7 p.713-732, 2006.