REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

CARACTERIZAÇÃO DE CICATRIZES DE QUEIMADAS NO ESTADO DO TOCANTINS EM 2018 E 2019 A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO LANDSAT 8

CHARACTERIZATION OF BURN SCARS IN THE STATE OF TOCANTINS IN 2018 AND 2019 USING LANDSAT 8

CHARACTERIZACIÓN DE CICATRICES DE QUEMADAS EN EL ESTADO DE TOCANTINS EM 2018 Y 2019 A PARTIR DEL USO DE LANDSAT 8

Jader Nunes Cachoeira
Doutor em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: jadernunes@mail.uft.edu.br

Núria Americo de Azevedo
Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email; americonuria7@gmail.com

Olavo da Costa Leite
Doutor em Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: olavo.leite@seduc.to.gov.br

Marcos Antonio Negreiros Dias
Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: marcos.negreiros@mail.uft.edu.br

Thiago César Nunes dos Santos
Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: thiagocesarsantos2010@gmail.com

André Henrique Gonçalves
Doutor em Produção Vegetal, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins, Brasil
Email: andre.goncalves@ifto.edu.br

Gessiel Newton Scheidt
Doutorado em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: gessielscheidt@yahoo.com.br

Eduardo Ganassoli Neto
Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: engf.edu@gmail.com

Allan Deyvid Pereira da Silva
Doutor em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Brasil
E-mail: allanuft@gmail.com

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

Augustus Caeser Franke Portella
Doutor em Biotecnologia – BIONORTE, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: portella@uft.edu.br

Marcos Vinicius Giongo
Doutor em Ciências Florestais, Universidade Federal do Tocantins, Brasil
Email: giongo@mail.uft.edu.br

Resumo

Os incêndios florestais no estado do Tocantins têm apresentado aumento nos últimos anos, estando associados à redução da biodiversidade, especialmente no bioma Cerrado. Nesse contexto, o uso antrópico do fogo e práticas inadequadas de manejo contribuem para a degradação dos ecossistemas. O mapeamento de cicatrizes de queimadas por meio de dados de sensoriamento remoto tem se consolidado como ferramenta importante para o monitoramento e a gestão pós-incêndio. O objetivo deste estudo foi mensurar as cicatrizes de áreas queimadas no estado do Tocantins nos anos de 2018 e 2019, utilizando imagens orbitais do satélite Landsat 8, adquiridas pelos sensores OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor). Os resultados indicaram aumento de 77,6% na área queimada entre 2018 e 2019, com maior concentração nas regiões de divisa com os estados do Pará, Mato Grosso, Bahia, Piauí e Maranhão, além de elevada ocorrência em unidades de conservação e Terras Indígenas. Esses resultados evidenciam a aplicabilidade do sensoriamento remoto na análise da dinâmica espacial das queimadas, contribuindo para a geração de informações que subsidiam o planejamento e a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Cerrado; Dinâmica do Fogo; Sensoriamento remoto; Geotecnologias; Gestão territorial.

Abstract

Forest fires in the state of Tocantins have increased in recent years and are associated with biodiversity loss, particularly in the Cerrado biome. In this context, anthropogenic use of fire and inadequate management practices contribute to ecosystem degradation. The mapping of burn scars using remote sensing data has become an important tool for monitoring and post-fire management. The objective of this study was to quantify burn scar areas in the state of Tocantins in 2018 and 2019 using orbital images from the Landsat 8 satellite, acquired by the OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensors. The results indicated a 77.6% increase in burned area between 2018 and 2019, with greater concentration in border regions with the states of Pará, Mato Grosso, Bahia, Piauí, and Maranhão, as well as high occurrence within conservation units and Indigenous Lands. These findings highlight the applicability of remote sensing in analyzing the spatial dynamics of wildfires, contributing to the generation of information that supports planning and the development of public policies aimed at mitigating environmental impacts.

Keywords: Cerrado; Fire Dynamics; Remote Sensing; Geotechnologies; Territorial Management.

Resumen

Los incendios forestales en el estado de Tocantins han aumentado en los últimos años y se asocian con la reducción de la biodiversidad, especialmente en el bioma Cerrado. En este contexto, el uso antrópico del fuego y las prácticas inadecuadas de manejo contribuyen a la degradación de los ecosistemas. El mapeo de cicatrices de quemadas mediante datos de teledetección se ha consolidado como una herramienta importante para el monitoreo y la gestión post-incendio. El objetivo de este estudio fue cuantificar las cicatrices de áreas quemadas en el estado de Tocantins

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

durante los años 2018 y 2019, utilizando imágenes orbitales del satélite Landsat 8, adquiridas por los sensores OLI (Operational Land Imager) y TIRS (Thermal Infrared Sensor). Los resultados indicaron un aumento del 77,6% en el área quemada entre 2018 y 2019, con mayor concentración en las regiones limítrofes con los estados de Pará, Mato Grosso, Bahía, Piauí y Maranhão, así como una alta ocurrencia en unidades de conservación y Tierras Indígenas. Estos resultados evidencian la aplicabilidad de la teledetección en el análisis de la dinámica espacial de los incendios, contribuyendo a la generación de información que apoya la planificación y la formulación de políticas públicas orientadas a la mitigación de los impactos ambientales.

Palabras clave: Cerrado; Dinámica del Fuego; Teledetección; Geotecnologías; Gestión territorial.

1. Introdução

As queimadas no Cerrado, nos últimos anos, são causadas majoritariamente pela ação antrópica, em que a expansão da agropecuária está diretamente relacionada com desmatamento e o uso do fogo é utilizado como forma de manejo. Rocha e Nascimento (2022) retratam que, no bioma Cerrado, no ano de 2018, cerca de 58,7% do bioma era representado por coberturas vegetais naturais, ao passo que 41,3% eram ocupados por usos e atividades antrópicas (Dias et al., 2025). De acordo com Gonçalves et al. (2024) as queimadas no Cerrado apresentam ocorrência constantes, sendo que a maioria dos incêndios é de origem antrópica desconhecida, principalmente nas Áreas de Proteção Ambiental.

Todavia, é necessário frisar que a ação do fogo é propagada ou confundida com as queimadas controladas, que se referem à prática da agricultura e pecuária ou florestal, em que seu uso ocorre de forma consciente e programada, viabilizando o manejo do combustível seco (vegetação).

De acordo com Redin et al. (2011), a queima controlada e a queima prescrita são realizadas com objetivos definidos e sob condições previamente estabelecidas, diferindo dos incêndios florestais, que geralmente se caracterizam pela propagação descontrolada do fogo, frequentemente associada à ação antrópica. Esses incêndios podem se expandir rapidamente na vegetação, sendo comumente relacionados à abertura de áreas, renovação de pastagens e outras práticas de manejo.

Nesse contexto, o uso de geotecnologias, como imagens orbitais do satélite Landsat 8, possibilita avaliar a dinâmica das áreas afetadas pelo fogo e as

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

mudanças associadas ao uso e cobertura da terra no bioma Cerrado. Júnior e Pacheco (2022) destacam que, nos últimos anos, dados espaciais e temporais do Landsat 8 têm sido amplamente utilizados no desenvolvimento de métodos automatizados para a detecção de áreas queimadas, permitindo o mapeamento pós-incêndio com maior detalhamento.

Além disso, essas abordagens possibilitam a análise da severidade do fogo, dos tipos de vegetação afetados e de seus estágios fenológicos, bem como a estimativa de emissões atmosféricas e dos impactos ambientais decorrentes (Santos et al., 2023).

A utilização do sensoriamento remoto tem se consolidado como ferramenta para análise de atividades agroambientais, permitindo identificar mudanças no uso e cobertura do solo, bem como monitorar recursos naturais. Guimarães et al. (2025) destacam que o bioma Cerrado se conecta com os principais biomas da América do Sul, constituindo um importante corredor biológico. Nesse contexto, a identificação de áreas de vegetação afetadas por incêndios florestais, por meio de imagens RGB obtidas por veículos aéreos não tripulados (VANT), contribui para o monitoramento e a gestão ambiental em cenários de distúrbios relacionados ao fogo.

Dessa forma, Santiago et al. (2023) demonstram que as regiões do MATOPIBA e as zonas de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga apresentam maior densidade de focos de calor ao longo de séries históricas. Nessas áreas, o uso do fogo tem sido associado à preparação do solo para atividades agropecuárias, gerando impactos econômicos, sociais e ambientais relevantes.

Vale destacar que o monitoramento de queimadas por meio da detecção de focos de calor constitui uma das principais ferramentas para o acompanhamento de incêndios. Esses dados contribuem para a avaliação da dinâmica do fogo, subsidiando o direcionamento de políticas públicas e a alocação de recursos, além de apoiar estudos voltados à caracterização de cicatrizes de queimadas.

1.1 Objetivo Geral

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

O objetivo deste artigo foi mensurar as cicatrizes das áreas queimadas no estado do Tocantins no período de 2018 e 2019 por meio do sensoriamento remoto, utilizando imagens utilizando imagens orbitais adquiridas pelo Landsat 8, adquiridas pelos sensores OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), com o intuito de contribuir com a prevenção e combate do fogo no Cerrado e Amazônia presentes no estado.

2. Metodologia

O estado do Tocantins representa 3,07% do território nacional, tendo área territorial de 277.423,627 km², situado na região norte, correspondendo a 7,19% da região e 5,41% da Amazônia Legal. Está inserido nos paralelos 5°10'06" e 13°27'59" de atitude sul e entre os meridianos 45°44'46" e 50°44'33" de longitude oeste, fazendo divisa entre o Maranhão ao norte, leste e sudeste; com o Pará ao nordeste; com o Mato Grosso a oeste; com Goiás, com a Bahia a sudeste; e com o Piauí a leste (IBGE 2022). Possui população de 1.586.859 habitantes, distribuída em 139 municípios, com densidade demográfica de 5,45 hab./km² e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,731.

O Estado do Tocantins apresenta clima tropical, com predominância equatorial, com duas estações bem definidas: período seco entre maio e setembro e período chuvoso concentrado entre dezembro e março. As maiores precipitações ocorrem nas áreas de transição entre os estados do Mato Grosso e Pará. A cobertura vegetal é predominantemente composta pelos biomas Cerrado e Amazônia (Viola et al., 2014; Leite et al., 2025).

As imagens aplicadas neste estudo foram obtidas junto ao site United States Geological Survey - USGS (2021), que disponibiliza dados orbitais de acesso público, de forma que a sociedade possa ter acesso a dados e informações precisas, a fim de analisar e a sanar os problemas de impactos na natureza. Foram utilizadas 19 imagens que cobrem a área totalidade do estado do Tocantins. Para a caracterização das áreas queimadas e incêndios florestais no Tocantins, foram analisadas 55 cenas do satélite Landsat 8 referentes ao ano de 2018 e 62 cenas referentes ao ano de 2019. As imagens foram analisadas e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

interpretadas para a identificação das cicatrizes de queimadas em cada período.

A detecção das cicatrizes das áreas queimadas foi realizada por meio de processamento semiautomático, desenvolvidas em etapas. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, utilizando imagens orbitais adquiridas pelos sensores OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*). O sensor OLI possui bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros. Foram aplicadas composições RGB das bandas R7G5B4 e R6G5B3, que auxiliaram na identificação das cicatrizes de queimadas e incêndios florestais e no monitoramento das áreas afetadas.

O procedimento metodológico foi organizado em quatro etapas principais: I - Identificação, baseada na interpretação visual das imagens a partir do contraste espectral característico de áreas queimadas; II - Filtragem, com exclusão de ruídos espectrais, como solo exposto e áreas sombreadas; III - Vetorização, por meio do delineamento manual das cicatrizes em escala compatível com a resolução espacial das imagens; e IV - Quantificação, com cálculo das áreas em hectares utilizando ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG.

Na análise foram estabelecidos critérios de exclusão para garantir maior consistência na interpretação das imagens, sendo desconsideradas áreas com cobertura de nuvens e suas respectivas sombras, bem como corpos hídricos, devido à possibilidade de confusão espectral com superfícies queimadas.

Outrossim, reconhece-se a ausência de validação de campo no presente estudo, bem como a não aplicação de matriz de confusão e de validação cruzada com produtos independentes, como dados MODIS ou bases operacionais do INPE. Como forma de mitigação, adotou-se a verificação de consistência espacial dos resultados com padrões descritos na literatura, como por exemplo Jesus et al. (2020), que reportam distribuição semelhante de áreas queimadas no estado do Tocantins. Ressalta-se, portanto, que os resultados obtidos devem ser interpretados como estimativas espaciais derivadas de interpretação remota, não constituindo medições absolutas de área queimada.

Por fim, os mapas foram elaborados no software QGIS, utilizando o complemento Designer de Modelo ou Model Builder (Designer de modelo) para

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

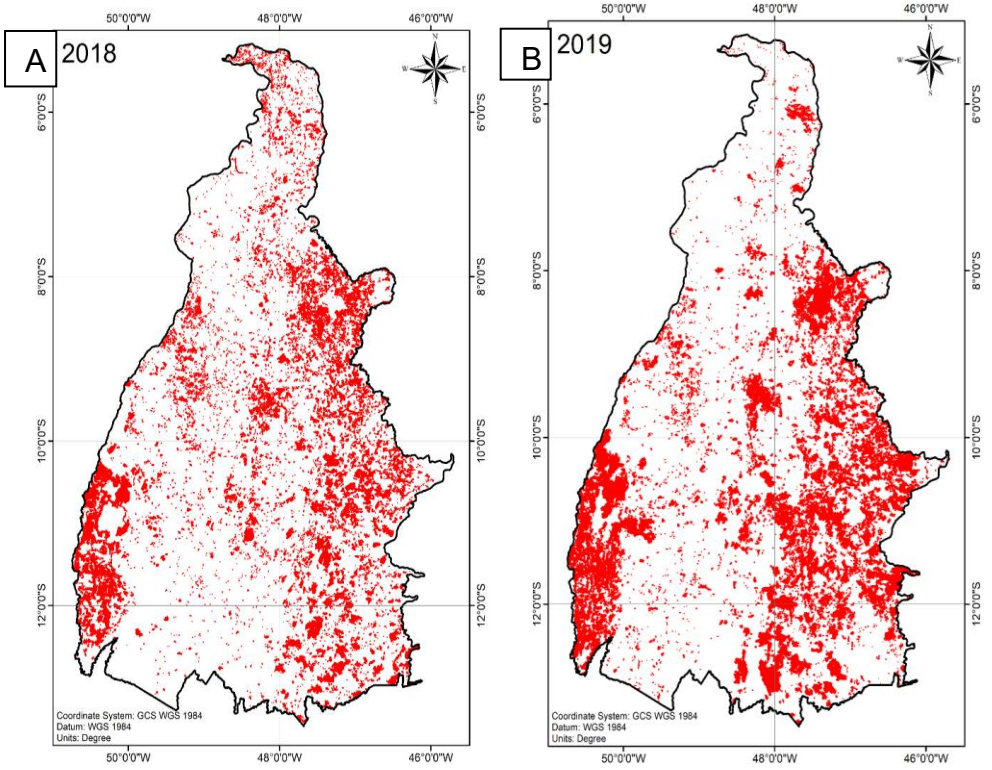
organização do fluxo de processamento. Para a tabulação e organização dos dados, foi utilizado o software Excel®, permitindo a geração das tabelas referentes ás áreas queimadas e incêndios florestais mapeados no estado do Tocantins nos anos de 2018 e 2019.

3.Resultados e Discussão

Após a interpretação e vetorização das imagens, as cicatrizes de áreas queimadas foram espacializadas, conforme apresentado Figura 1 A e B. Na comparação entre os dos dois anos do período de estudo, observa-se, comparativamente, que 2019 apresentou maior quantidade de áreas queimadas em relação a 2018 foram quantificados.

Em termos quantitativos, foram estimados 2.140.015,03 hectares de áreas queimadas em 2018, enquanto em 2019 esse valor atingiu 3.802.281,95 hectares, demonstrando aumento na área afetada no período analisado.

Figura 1. Queimadas e incêndios florestais mapeado no estado do Tocantins nos anos de 2018 e 2019.



Fonte: os autores (2026)

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

Verifica-se que, proporcionalmente, houve um aumento da ordem de aproximadamente 78% da área atingida por queimadas no lapso temporal 2018 e 2019. Esse incremento ocorreu de forma heterogênea, com maior concentração ao longo das regiões de divisas, ao longo da divisa dos estados no centro-sul e oeste do estado, estendendo-se também para a porção sudoeste, em áreas limítrofes com outras unidades da federação.

A partir da observação dos mapas, nota-se que as regiões mais afetadas por queimadas e incêndios florestais no estado do Tocantins concentram-se nas áreas de divisa com os estados do Pará, Mato Grosso, Bahia, Piauí e Maranhão. Nessa mesma lógica, na Área da Reserva Ambiental da Ilha do Bananal verifica-se recorrência de cicatrizes de queimadas e incêndios florestais, com maior extensão no ano de 2019 em comparação a 2018.

De acordo com Faria et al. (2020) e Assis et al. (2022), a ilha do Bananal constitui uma área vital de proteção e reserva ambiental, com cerca de 20 mil Km², subdividida entre o Parque Nacional do Araguaia, ao norte, e o Parque Indígena do Araguaia, ao sul, onde também ocorrem atividade antrópicas, como a criação de gado da área de preservação ambiental.

A presença dessas atividades pode estar ligada à dinâmica espacial das queimadas observadas na região, embora tal relação não possa ser estabelecida de forma causal a partir dos dados deste estudo. Por outro lado, observa-se em termos visuais, menor extensão de áreas atingidas pelo fogo na porção norte do estado.

A maior ocorrência de áreas queimadas em regiões de divisas a estados vizinhos pode estar vinculada á intensificação das atividades agrícolas e econômicas na macrorregião denominada MATOPIBA. De acordo com Bolfe (2016) e Lopes et al. (2021), essa região abrange os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí, Pará e Bahia, totalizando uma área de aproximadamente 73 milhões de hectares, distribuídos em 337 municípios.

Nessas áreas, observa-se a expansão de lavouras de grãos, como lavouras de soja e milho, principalmente nas divisas dos estados do Tocantins, Goiás e Bahia. Esse processo tem sido vinculado a mudanças no uso e cobertura da terra

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

no bioma Cerrado, com conversão de áreas naturais para atividades agropecuárias, sob o pretexto do desenvolvimento.

A macrorregião apresenta condições ambientais e climáticas consideradas favoráveis para a instalação de atividades agroindustriais, como também à disponibilidade de terras com valores relativamente menores aos observados na região Centro-Sul do país, o que contribui para expansão destas atividades na região.

Verifica-se que há grande diversidade de solos, com predominância, nas áreas de relevo mais elevado, de Latossolos (31,1%), Argissolos (12,8%), Plintossolos Pétricos (8,7%), Neossolos Quartzarênicos Órticos (8,7%) e Neossolos Litólicos (7,2%). Nas áreas mais baixas, destacam-se Plintossolos Argilúvicos e Háplicos (3,9%), Gleissolos (1,0%) e Planossolos (0,9%) (Andrade et al., 2016).

Segundo a literatura, estudos voltados ao mapeamento dos solos no estado do Tocantins demonstram a predominância de Plintossolos (35%), Neossolos (25%) e Latossolos (19%), que, em conjunto, correspondem a aproximadamente 80% da área total do estado (Leite et al., 2024; Leite et al., 2025; Leite et al., 2026).

A pecuária também tem sido relacionada a processos de degradação do Cerrado, incluindo desmatamento para expansão de áreas produtivas (Dias et al., 2024), ocorrência de incêndios e compactação do solo decorrente do pisoteio animal. A queima da vegetação pode alterar atributos físicos do solo, ao destruir e reduzir a matéria orgânica, diminuição da capacidade de retenção de água e aumento da erosão.

Corroborando, Machado (2012) destaca que o uso do fogo está historicamente atrelado ao processo de ocupação territorial e à implantação de atividade agrícolas, sendo constantemente empregado, através da queimada, na remoção da vegetação nativa e na limpeza de áreas para cultivo

A literatura, em estudos recentes, ligados à análise dos índices de queimadas no estado do Tocantins nos anos de 2018 a 2023, aponta que a ocorrência de focos de queimadas no estado do Tocantins apresenta maior

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

intensidade entre os meses de maio e outubro, período correspondente à estação seca, quando também se observam impactos à saúde pública, como o aumento de internações por doenças respiratórias (Bernardes & Tonella, 2024). Nesse período, a redução da umidade do ar e da precipitação favorece o acúmulo de material vegetal seco, que atua como combustível de superfície, contribuindo para a propagação do fogo.

Nota-se, conforme apresentado na Tabela 1, que houve aumento de 77,6% na área total de queimadas entre os anos de 2018 e 2019. Em termos proporcionais, no ano de 2018, o bioma Cerrado, concentrou 98,36% da área queimada, enquanto a Amazônia representou 1,64%. Já em 2019, esses valores corresponderam a 99,61% para o Cerrado e 0,39% para a Amazônia.

Vale considerar que a legislação ambiental na Amazônia Legal, para propriedades, em relação à reserva legal, estabelece percentuais mínimos de reserva legal de 80% para áreas de floresta e de 35% de reserva legal propriedade em áreas de Cerrado, que é o caso do estado do Tocantins.

Tabela 1. Quantidade de áreas queimadas nos diferentes biomas no estado Tocantins nos anos de 2018 e 2019.

Bioma	2018	%	2019	%	Total
Amazônia	35.013,98	1,64	14.980,61	0,39	49.994,60
Cerrado	2.105.001,05	98,36	3.787.301,34	99,61	5.892.302,39
Total Geral	2.140.015,03	100,00	3.802.281,95	100,00	5.942.296,99

Fonte: os autores (2026)

Na Tabela 2, abaixo, observa-se o aumento das áreas queimadas nas diferentes categorias territoriais. Entre as unidades de conservação, destacam-se as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Estações Ecológicas (EE), que apresentaram um aumento preocupante na área atingida por queimadas entre 2018 e 2019.

Em termos absolutos, as maiores áreas atingidas concentram-se em Terras Indígenas e na categoria “outras áreas”. Esta última corresponde a áreas não classificadas nas categorias anteriores, incluindo propriedades privadas e terras

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

públicas sem categorização específica.

A distribuição espacial dessas áreas sugere maior concentração de queimadas nas regiões centro-sul do estado em relação à porção norte. No entanto, tais padrões devem ser interpretados com cautela, considerando que fatores ambientais, climáticos e de uso da terra podem influenciar a dinâmica do fogo, sem que seja possível estabelecer relações causais diretas a partir dos dados analisados.

Os parques estaduais apresentaram menor extensão de áreas queimadas em comparação aos parques nacionais. Em termos absolutos, as maiores áreas atingidas concentram-se em Terras Indígenas e na categoria “outras áreas”, que engloba áreas não classificadas nas categorias anteriores, incluindo terras públicas e propriedades privadas.

A maior ocorrência de áreas queimadas nas regiões centro-sul do estado, em comparação à porção norte, indica um padrão espacial diferenciado. No entanto, essa distribuição não pode ser explicada apenas pelas características naturais do bioma Cerrado, no qual o fogo desempenha papel ecológico, devendo também ser considerados fatores ambientais e de uso da terra.

Observa-se ainda redução relativa das áreas queimadas nas porções de floresta associadas ao bioma Amazônia no período analisado. Esse comportamento difere do padrão esperado de estabilidade ou variação interanual semelhante, devendo ser interpretado com cautela.

A dinâmica observada pode estar associada à intensificação de atividades antrópicas, como a expansão agropecuária, especialmente da pecuária bovina, que utiliza o fogo como ferramenta de manejo. Contudo, essa relacão não implica relação causal direta, sendo necessária a integração com outras variáveis para melhor compreensão dos processos envolvidos.

Tabela 2. Áreas queimadas (ha) por categoria territorial no estado Tocantins, 2018 e 2019.

Unidade de Conservação	2018	2019	Total
APA instalada	132.902,67	198.357,92	331.260,59

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

Estação Ecológica	99.891,38	156.191,21	256.082,59
Monumento Natural	715,67	75,49	791,16
Parque Estadual	26.314,80	54.950,88	81.265,68
Parque Nacional	148.113,96	311.651,25	459.765,21
Reserva Extrativista	156,95	0,00	156,95
Terra Indígena	509.674,16	858.725,60	1.368.399,76
Outras áreas	1.222.245,44	2.222.329,60	3.444.575,04
Total Geral	**2.140.015,03**	**3.802.281,95**	**5.942.296,98**

Fonte: os autores (2026)

Na Tabela 3, observa-se a distribuição percentual da área queimada entre as diferentes categorias territoriais evidenciando diferenças em relação aos valores absolutos. Nessa perspectiva, as maiores participações concentram-se em Terras Indígenas e na categoria “Outras áreas”, com percentuais de 39,62% e 57,97%, respectivamente.

Nesse sentido, verifica-se que esses resultados apontam a predominância dessas categorias na composição da área total queimada no período analisado. Ressalta-se que a categoria “Outras áreas” corresponde a áreas não classificadas nas demais categorias, incluindo propriedades privadas e terras públicas sem categorização específica.

A distribuição observada pode estar associada a diferentes fatores relacionados ao uso e ocupação da terra, devendo ser interpretada com cautela, uma vez que os dados apresentados não permitem estabelecer relações causais diretas.

Tabela 3. Percentual das áreas queimadas por categoria territorial no estado do Toantins,2018 e 2019

Categoria territorial	2018 (%)	2019 (%)	Total (%)
APA instalada	6,21	5,22	5,57
Estação Ecológica	4,67	4,11	4,31
Monumento Natural	0,03	0,00	0,01
Parque Estadual	1,23	1,45	1,37

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

Parque Nacional	6,92	8,20	7,74
Reserva Extrativista	0,01	0,00	0,00
Terra Indígena	23,82	22,59	39,73
Outras áreas	57,11	58,45	57,97
Total Geral	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Fonte: os autores (2026)

Com base nas tabelas 2 e 3, é possível caracterizar também a presença de cicatrizes de queimadas não somente em áreas utilizadas para a agricultura ou em propriedades privadas, mas também em unidades de conservação de diferentes esferas administrativas (municipal, estadual e federal), bem como em áreas de proteção ambiental e territórios indígenas.

Entre as Unidades de Conservação, verificou-se maiores percentagens relativas de áreas queimadas sob gestão federal em comparação às de âmbito estadual e municipal. Destaca-se o aumento referente às áreas de proteção federais, que passaram de 35,92% em 2018 para 62,03% em 2019. Por outro lado, observou-se redução nas áreas sob regime de proteção estadual, de 7,42% em 2018 para 6,64% em 2019.

As Áreas de Proteção Ambiental, Estações Ecológicas, Parques Nacionais e Terras Indígenas destacam-se entre os territórios com maior ocorrência de cicatrizes de queimadas. No entanto, a presença do fogo nessas áreas tende a ocorrer sob maior controle em comparação às áreas destinadas à agricultura e à pecuária.

Segundo Jesus et al. (2020), a ocorrência de queimadas no estado do Tocantins apresenta tendência de aumento, com maior concentração nos meses de agosto, setembro e outubro, período associado à estação seca. Esse cenário está relacionado à combinação de condições climáticas favoráveis à propagação do fogo e à influência de atividades antrópicas, especialmente ligadas à agropecuária.

Destaca-se ainda que, nessas áreas, a presença de fiscalização e o desenvolvimento de atividades de pesquisa podem contribuir para a detecção e o controle mais precoce dos incêndios, reduzindo sua extensão e intensidade.

Ao analisar o gráfico apresentado na Figura 2, observa-se que no estado do

REMUNOM
ISSN 2178-6925

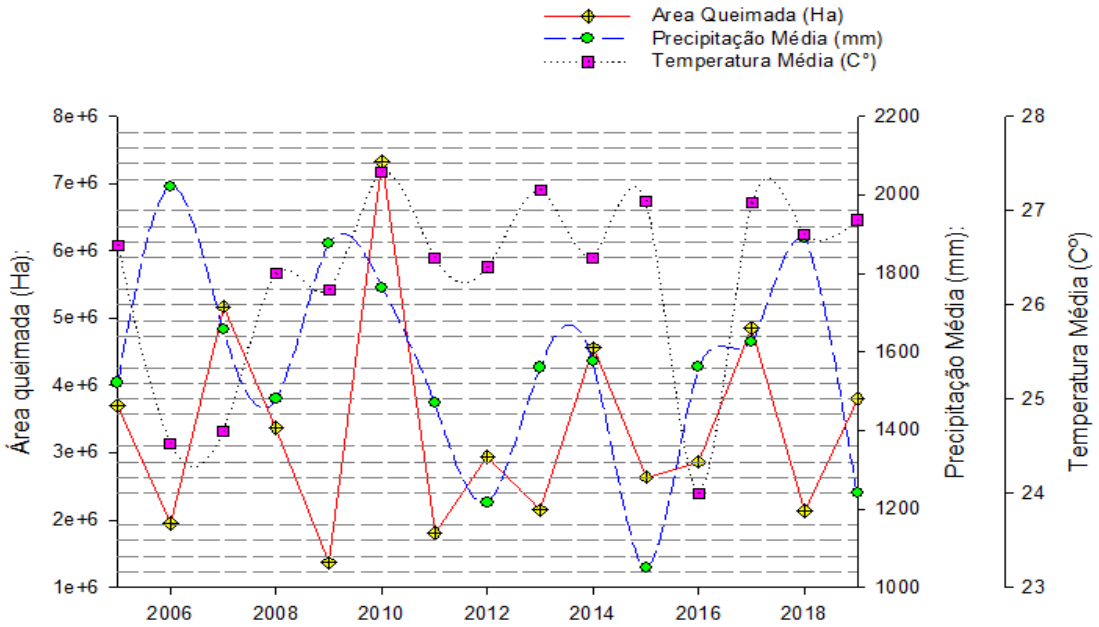
Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

Tocantins, no período de 2005 a 2019, houve redução consecutiva da área queimada apenas entre os anos de 2008 e 2009. Nos demais períodos, observa-se um comportamento interanual variável, caracterizado por alternância entre aumento e diminuição das áreas queimadas.

Destaca-se que, em anos como 2006, 2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016 e 2018, foram registrados menores valores relativos de área queimada, enquanto 2007, 2010, 2014 e 2017 apresentaram maiores extensões, com destaque para o pico observado em 2010.

Esses resultados evidenciam a variabilidade temporal das queimadas no período analisado, sem a ocorrência de tendência contínua de redução ao longo da série histórica.

Figura 2. Relação entre precipitação média (mm) x temperatura média anual do ar (ºC) e Áreas queimadas (há) no estado do Tocantins, no período de 2005 a. 2019.



Fonte: Adaptado do INMET (2021)

O gráfico representa a junção entre a área queimada no estado do Tocantins, a precipitação média anual e a temperatura média anual do ar. Observa-se que a área queimada variou os valores entre 1,5 e 7,1 milhões de hectares queimados ao longo do período analisado. A precipitação anual oscilou

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

entre 1000 e 2000 mm, enquanto a temperatura média anual ao longo dos anos variou entre 23 e 27 °C (INMET, 2021).

Após o período de maior aumento nas cicatrizes das áreas queimadas 2009 e 2010, nota-se elevação na temperatura média anual. Entretanto, esse comportamento deve ser interpretado com cautela, uma vez que a análise apresentada não permite estabelecer relações causais diretas entre as variáveis climáticas e a ocorrência de queimadas.

Em relação à precipitação anual, observa-se elevada variabilidade interanual, sendo a variável com maior oscilação ao longo do período analisado. Em alguns anos, como 2008, 2010, 2015 e 2019, verifica-se que reduções na precipitação coincidem com aumentos na área queimada. De forma semelhante, em 2012, 2015 e 2019, valores mais baixos de precipitação estão associados a maiores extensões de cicatrizes de queimadas.

Esse padrão sugere uma possível relação entre períodos de menor disponibilidade hídrica e maior ocorrência de queimadas, embora tal associação deva ser interpretada com cautela. Observa-se também que, em alguns desses períodos, a temperatura média anual apresenta valores mais elevados, o que pode contribuir para condições favoráveis à propagação do fogo.

De acordo com Carvalho et al. (2017), estudos realizados no estado do Tocantins indicam que variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, estão relacionadas à dinâmica das queimadas, com maior ocorrência em regiões como a Ilha do Bananal e o Jalapão.

4. Conclusão

Conclui-se com base na análise das imagens dos satélites LANDSAT 8, que foi possível quantificar e espacializar as áreas com cicatrizes de queimadas no estado do Tocantins nos anos de 2018 e 2019. Os resultados indicaram aumento expressivo da área queimada, passando de 2.140.015,03 hectares em 2018 para 3.802.281,95 hectares em 2019, correspondendo a um incremento de 77,6% no período analisado.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

As áreas mais afetadas concentram-se nas regiões de divisa com os estados do Pará, Mato Grosso, Bahia, Piauí e Maranhão, com destaque para áreas próximas ao Jalapão e à Ilha do Bananal. Em termos de distribuição territorial, verificou-se maior participação relativa das queimadas em Terras Indígenas e na categoria “Outras áreas”, evidenciando a predominância dessas categorias na composição da área total queimada.

A análise da série histórica (2005–2019) demonstrou elevada variabilidade interanual das áreas queimadas no estado do Tocantins, sem tendência contínua de redução ao longo do período, sendo observada diminuição consecutiva apenas entre 2008 e 2009, e maior pico de focos de queimadas no ano de 2010.

Os resultados obtidos evidenciam a aplicabilidade do sensoriamento remoto como ferramenta para o monitoramento de áreas queimadas, contribuindo para a compreensão da dinâmica espacial e temporal do fogo no estado. Ressalta-se, contudo, que as interpretações devem considerar as limitações metodológicas do estudo, especialmente quanto à ausência de validação de campo, não sendo possível estabelecer relações causais diretas entre os padrões observados e os fatores ambientais ou antrópicos.

Agradecimentos

Todos os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e pelas bolsas de estudo.

Referências

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Recuperação de pastagens no cerrado. **Agroanalysis**, v. 36, n. 2, p. 30-32, 2016.

ASSIS, P. C., FARIA, K. M. S. D., & BAYER, M. Unidades de Conservação e sua efetividade na proteção dos recursos hídricos na Bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza,** v. 34, p. 1-13, 2022. DOI: https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-60335

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

BERNARDES, W. F., & TONELLA, L. H. Análise dos índices de queimadas no estado do Tocantins nos anos de 2018 a 2023–seus impactos ambientais e medidas coercitivas adotadas pelo estado. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 15, p. e151391-e151391, 2024.DOI: https://doi.org/10.55892/jrg.v7i15.1401

BOLFE, É. L., VICTÓRIA, D. D. C., CONTINI, E., BAYMA-SILVA, G., SPINELLI-ARAUJO, L., & GOMES, D. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de política agrícola**, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.

CARVALHO, E. V., BATISTA, A. C., COELHO, M. C. B., MARQUES NEVES, C. O., DOS SANTOS, G. R., & GIONGO, M. CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS QUEIMADAS NO ESTADO DO TOCANTINS NO ANO DE 2014. **Floresta,** v. 47, n. 3, 2017. Doi: https://doi.org/10.5380/rf.v47i3.50353

DIAS, M. A. N.; MARINHO, L. dos S. B.; SILVA, S. A. B. da; LUIZ, J. R. dos S.; GUSMÃO, A. D. R. C.; SOUZA, P. A. de; SANTOS, A. F. dos. Eficiência e resiliência dos mecanismos de dispersão de sementes no bioma cerrado: estratégias adaptativas e desafios contemporâneos. **Revista Delos**, v. 18, n. 63, p. e3632, 2025. DOI: 10.55905/rdelosv18.n63-111

DIAS, M. A. N.; REIS, G. M. F.; PEREIRA, L. M.; GUSMÃO, A. D. R. C.; SOUSA, I. D. de; SANTOS, A. F. dos. **Conservação genética de populações reprodutoras: revisão de literatura sob a perspectiva de espécies do bioma Cerrado.** *Seven Editora*, p. 154–167, 2024. DOI: https://doi.org/10.56238/sevened2024.023-012

GONÇALVES, W. L., & MARTINS, P. T. Quantificação do grau de severidade de queimadas em uma área de proteção ambiental do Mato Grosso/Brasil. **Revista Tocantinense de Geografia,** v. 13, n. 31, p. 01-28, 2024. DOI: https://doi.org/10.70860/rtg.v13i31.19263

GUIMARÃES, M. J. M., REIS, I. D. D., BARROS, J. R. A., LOPES, I., DA COSTA, M. G., RIBEIRO, D. P., ... & OLIVEIRA ALVES, C. V. Identification of Vegetation Areas Affected by Wildfires Using RGB Images Obtained by UAV: A Case Study in the Brazilian Cerrado. **Geomatics,** v. 5, n. 1, p. 13, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/geomatics5010013

FARIA, V. A., MALVÁSIO, A., & ROSANOVA, C. Previsões da produção agropecuária e reprodução de Podocnemis expansa no entorno da Ilha do Bananal no Estado do Tocantins. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente,** v. 13, n. 2, p. 575-598, 2020.DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p575-598

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@. IBGE: Brasília-DF**, 2022. Acesso em: 23 mar. 2026. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/>

JESUS, A. G., PARENTE, T. G., CANÇADO, A. C., & GOMES, H. Prática da cultura da queima nas atividades agropecuárias e suas implicações no estado do Tocantins. **Revista de Políticas Públicas,** v. 24, n. 1, p. 205-225, 2020.DOI: https://doi.org/10.55892/jrg.v7i15.1401

JÚNIOR, J. A. S.; PACHECO, A. P. Avaliação de índices espectrais e Classificação Normal Bayes usando imagens OLI e TIRS para o mapeamento de áreas queimadas no Cerrado. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, 2022.

LEITE, O. da C.; CARDOSO, J. dos S.; ARAUJO FILHO, R. N.; NETO, E. G.; MACHADO, I. E. S.; MORAES, C. B.; CACHOEIRA, J. N.; LUZ, J. H. S. da; SILVA, S. A. B. da; CAMELO, F. G.; SILVA, L. R. da; DIAS, M. A. N.; GIONGO, M. Mapeamento da cobertura e uso do solo no estado do Tocantins entre 2015 e 2023. ***REMUNOM***, v. 5, p. 1–18, 2026. DOI: 10.66104/ahgq1q26

LEITE, O. C., OLIVEIRA, L. B., GIONGO, M., PEREIRA, J. F. Mapeamento dos solos plínticos e neossolos no Estado do Tocantins e seus potenciais agricultáveis. **Journal of Biotechnology and Biodiversity,** v. 13 n. 2, p. 125-130, 2025.DOI: https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v13n2.21341

LEITE, O. C., RIBEIRO, E. A., SILVA, A. D. P., FILHO, R. N., MACHADO, I.E. S. Mapeamento dos solos plínticos e latossolos no estado do Tocantins e seus potenciais agricultáveis. **Revista Sítio Novo,** v. 8 n. 1 p. 34-43, 2024.DOI: https://doi.org/10.47236/2594-7036.2024.v8.i1.34-43p

LOPES, G. R., LIMA, M. G. B., & REIS, T. N. Revisitando o conceito de mau desenvolvimento: Inclusão e impactos sociais da expansão da soja no Cerrado do Matopiba. **World Development,** v. 139, p. 105316, 2021.

MACHADO, C. A. Desmatamentos e queimadas na região norte do Estado do Tocantins. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, p. 217-229, 2012.

REDIN, M., SANTOS, G. D. F. D., MIGUEL, P., DENEGA, G. L., LUPATINI, M., DONEDA, A., & SOUZA, E. L. D. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal,** v. 21, n. 2, p. 381-392, 2011.

ROCHA, M. I. S., & NASCIMENTO, D. T. F. Ocorrência de queimadas em áreas legalmente protegidas do bioma Cerrado (1999/2018). **Ateliê Geográfico,** v. 16, n. 2, p. 122-145, 2022. DOI: https://doi.org/10.5216/ag.v16i2.70801

SANTIAGO, A. S. M., DA SILVA SIMÕES, A., FURTINI, M. B., & NETO, J. M. M. Proposta de Áreas Prioritárias para Implantação de Brigadas de Incêndio Florestal

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 13/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/79ezd672
Pages: 1-19

do IBAMA no Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 16, n. 6, p. 3042-3058, 2023.DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.6.p3042-3058

SANTOS, M. M.; BATISTA, A. C.; REZENDE, E. H.; SILVA, A. D. P. da; CACHOEIRA, J. N.; SANTOS, G. R. dos; BIONDI, D.; GIONGO, M.. Estimativa da carga de combustível superficial da fisionomia vegetal do Cerrado utilizando produtos do Landsat 8 OLI. **Remote Sensing**, v. 15, n. 23, p. 5481, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/rs15235481

UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY (USGS) Earthquake Hazards Program (2021). Disponível em: <https://www.usgs.gov>

VIOLA, M. R., AVANZI, J. C., MELLO, C. R. D., LIMA, S. D. O., & ALVES, M. V. G. Distribuição e potencial erosivo das chuvas no Estado do Tocantins**. Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 49, n. 02, p. 125-135, 2014. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014000200007