

Artigo:

**DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA E DAS QUEIMADAS NO
PANTANAL SUL-MATO-GROSSENSE: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL
(1985–2024)**

*Dynamics of Land Use, Land Cover, and Wildfires in the Southern Mato Grosso
Pantanal: A Multitemporal Analysis (1985–2024)*

*Dinámica del Uso y Cobertura de la Tierra y de los Incendios en el Pantanal
Surmatogrosense: Un Análisis Multitemporal (1985–2024)*

Data de recebimento: 05/05/2026

Data de publicação: 30/07/2026

Lucidalvo Alves Marinho Júnior¹

Mateus Stefany da Silva Santos²

Nataniel Matheus Paulino Fernandes³

Flavio Cabreira dos Santos⁴

Vicentina Socorro da Anunciação⁵

RESUMO

O estudo analisa a evolução do uso e da cobertura da terra, bem como sua relação com a dinâmica das queimadas nos pantanais de Aquidauana, Miranda e Abobral, no estado de Mato Grosso do Sul, entre 1985 e 2024, com ênfase na comparação entre 2019 e 2024. A pesquisa adota uma abordagem quantitativa e geoespacial, utilizando dados das Coleções 10 (Uso e Cobertura da Terra) e 4 (Fogo) do projeto MapBiomass, processados no software QGIS. Inicialmente, foram selecionados anos representativos da série temporal para analisar as transformações da paisagem ao longo de aproximadamente quatro décadas. Em seguida, foram extraídas e quantificadas as classes de uso da terra e as áreas queimadas, permitindo análises comparativas.

Os resultados demonstram redução significativa das áreas associadas à presença de água, como áreas pantanosas e corpos hídricos, acompanhada pela expansão de formações campestres e áreas de pastagem. Essa reconfiguração da paisagem contribuiu para o aumento da suscetibilidade ao fogo, refletido no crescimento da área total queimada, que aumentou cerca de 67,8% entre 2019 e 2024. As queimadas concentram-se principalmente em áreas mais secas e sob maior influência antrópica. Nesse contexto, a intensificação das queimadas pode ser compreendida como resultado de riscos híbridos, decorrentes da interação entre variabilidade climática e mudanças no uso da terra, comprometendo a resiliência ecológica do Pantanal.

Palavras-chave: Uso da Terra. Análise geoespacial. Sensoriamento remoto.

1 Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6379-9538>

2 Licenciando em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba. <https://orcid.org/0000-0003-3692-9594>

3 Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba.

4 Doutor, Secretaria de Estado de Educação do Mato Grosso do Sul. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2288-8825>

5 Professora do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8571-5109>

ABSTRACT

This study analyzes the evolution of land use and land cover and their relationship with wildfire dynamics in the Pantanal wetlands of Aquidauana, Miranda, and Abobral, in the state of Mato Grosso do Sul, between 1985 and 2024, emphasizing the comparison between 2019 and 2024. The research adopts a quantitative and geospatial approach, using data from Collections 10 (Land Use and Land Cover) and 4 (Fire) of the MapBiomass Project, processed with QGIS software. Initially, representative years of the time series were selected to analyze landscape transformations over approximately four decades. Subsequently, land-use category and burned areas were extracted and quantified, enabling comparative analyses.

The results reveal a significant reduction in areas associated with water presence, such as wetlands and water bodies, accompanied by the expansion of grassland formations and pasture areas. This landscape reconfiguration directly contributed to increased fire susceptibility, reflected in the growth of the total burned area, which increased by approximately 67.8% between 2019 and 2024. Wildfires were mainly concentrated in drier environments and areas under greater anthropogenic influence. In this context, the intensification of wildfires can be understood as the result of hybrid risks arising from the interaction between climate variability and land-use changes, compromising the ecological resilience of the Pantanal.

Keywords: Land Use. Geospatial Analysis. Remote Sensing.

RESUMEN

El estudio analiza la evolución del uso y cobertura de la tierra como también su relación con la dinámica de los incendios en los pantanales de Aquidauana, Miranda y Abobral, en el estado de Mato Grosso do Sul, entre 1985 y 2024, con énfasis en la comparación entre 2019 y 2024. La investigación adopta un enfoque cuantitativo y geoespacial, utilizando datos de las Colecciones 10 (Uso y Cobertura de la Tierra) y 4 (Fuego) del proyecto MapBiomass, procesados mediante el software QGIS. Inicialmente, se seleccionaron años representativos de la serie temporal para analizar las transformaciones del paisaje a lo largo de aproximadamente cuatro décadas. Posteriormente, se extrajeron y cuantificaron las clases de uso de la tierra y las áreas quemadas, permitiendo análisis comparativos.

Los resultados evidencian una reducción significativa de las áreas asociadas a la presencia de agua, como zonas pantanosas y cuerpos hídricos, acompañada por la expansión de formaciones campestres y áreas de pastoreo. Esta reconfiguración del paisaje contribuyó al aumento de la susceptibilidad al fuego, reflejado en el crecimiento del área total quemada, que aumentó aproximadamente un 67,8 % entre 2019 y 2024. Los incendios se concentran principalmente en ambientes más secos y bajo mayor influencia antrópica. En este contexto, la intensificación de los incendios puede entenderse como resultado de riesgos híbridos derivados de la interacción entre variabilidad climática y cambios en el uso de la tierra, comprometiendo la resiliencia ecológica del Pantanal.

Palabra-Chaves: Uso de la Tierra. Análisis geoespacial. Teledetección.

INTRODUÇÃO

O fogo tem sido amplamente reconhecido como um dos principais agentes de transformação e degradação ambiental em escala global, especialmente no contexto contemporâneo, marcado por intensas mudanças nos sistemas naturais e antrópicos. Correa et al. (2022) destacam que os regimes de fogo atuais apresentam uma ruptura significativa em relação aos padrões históricos, passando a se manifestar com maior frequência, severidade e extensão das áreas atingidas. Esse novo comportamento do fogo está diretamente associado à combinação de fatores climáticos e ações humanas, configurando um cenário no qual eventos antes considerados pontuais passam a assumir caráter recorrente e, muitas vezes, de difícil controle.

No contexto brasileiro, esse processo torna-se ainda mais evidente, uma vez que a integridade dos biomas tem sido progressivamente comprometida pela intensificação das pressões antrópicas, figurando os incêndios florestais como um dos principais vetores de degradação ambiental (Nunes et al., 2023).

Paralelamente a esse cenário, observa-se a consolidação de modelos produtivos de caráter extensivo, fortemente associados ao avanço das fronteiras agrícolas e à expansão da cadeia do

agronegócio. Esse processo tem promovido transformações profundas na estrutura e no funcionamento das paisagens naturais, materializando-se, sobretudo, na supressão da vegetação nativa e em sua substituição por usos antrópicos, como pastagens e áreas agrícolas. Teixeira e Fonseca (2022) ressaltam que o modelo hegemônico de produção tende a priorizar ganhos econômicos imediatos, frequentemente em detrimento da conservação dos recursos naturais, o que contribui para a intensificação de processos de degradação ambiental.

Nesse sentido, a reconfiguração do uso e cobertura da terra não apenas altera a composição da paisagem, mas também modifica suas propriedades ecológicas, tornando determinados ambientes mais suscetíveis à ocorrência de distúrbios, como as queimadas.

Em áreas úmidas, como o Pantanal brasileiro, reconhecido como uma das maiores planícies alagáveis do planeta, decretado pela Constituição de 1988 como Patrimônio Nacional e reconhecido pela UNESCO no ano de 2000 como Patrimônio Natural da Humanidade e Reserva da Biosfera, essas transformações assumem proporções ainda mais críticas, em razão da elevada sensibilidade do bioma às variações ambientais.

A dinâmica ecológica do Pantanal está intrinsecamente relacionada ao regime hidrológico, sendo os ciclos de cheia e seca responsáveis por regular os processos ecológicos, a distribuição da vegetação e a disponibilidade de água ao longo do território. No entanto, nas últimas décadas, esse equilíbrio tem sido progressivamente alterado, tanto pela intensificação das mudanças climáticas quanto pela crescente intervenção antrópica sobre o meio. A redução da extensão das áreas alagáveis, associada à ocorrência de períodos de seca mais prolongados e intensos, compromete a capacidade do sistema de manter sua umidade natural, favorecendo o aumento da inflamabilidade da vegetação e, conseqüentemente, a propagação do fogo em larga escala (De Oliveira-Júnior, 2020).

A vulnerabilidade do Pantanal tem se agravado devido à sobreposição de pressões antrópicas e climáticas. Como resalta o mesmo autor, a alteração nos padrões de uso do solo, aliada a secas severas, reduz a resiliência hídrica da região, favorecendo a propagação de incêndios de grandes proporções em ecossistemas naturalmente dependentes do pulso de inundação.

Nesse contexto, o fogo, que historicamente desempenhou um papel importante na dinâmica ecológica do Pantanal, passa a assumir novas características, deixando de atuar apenas como um agente natural de renovação para se configurar como um fator de pressão ambiental. A combinação entre a diminuição da umidade, a expansão de formações vegetais mais abertas e a intensificação das atividades humanas contribui diretamente para a formação de uma paisagem mais homogênea e contínua, o que facilita a propagação das chamas. Dessa forma, os incêndios deixam de ser eventos isolados e passam a refletir um conjunto de transformações estruturais na paisagem, indicando uma mudança no comportamento do fogo ao longo do tempo.

As sub-regiões dos Pantanaís de Aquidauana, Miranda e Abobral, localizadas no estado de Mato Grosso do Sul, configuram-se como áreas representativas desse processo de transformação. Caracterizadas por diferentes formas de uso e ocupação da terra, essas sub-regiões evidenciam a interação entre ambientes naturais e atividades produtivas, especialmente aquelas ligadas à pecuária e à silvicultura. Nos últimos anos, eventos extremos de queimadas têm se intensificado nessas áreas, com destaque para períodos críticos como os registrados em 2019 e 2024, marcados por condições climáticas adversas e expressivo aumento das áreas queimadas. Esse cenário aponta para a emergência de riscos híbridos, nos quais fatores naturais, como a variabilidade climática e a ocorrência de secas severas, interagem de forma direta com as ações antrópicas sobre o território, potencializando os impactos ambientais e reduzindo a capacidade de resiliência do bioma.

Diante desse quadro, torna-se fundamental compreender as relações entre as mudanças no uso e cobertura da terra e a dinâmica das queimadas, considerando não apenas a ocorrência dos incêndios, mas também os processos que favorecem sua intensificação e propagação. Nesse sentido, análises de caráter espacial e temporal mostram-se essenciais para identificar padrões, tendências e interações entre os diferentes elementos que compõem a paisagem.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a evolução do uso e ocupação da terra e sua relação com a dinâmica das queimadas nos Pantanaís de Aquidauana, Miranda e Abobral, no período de 1985 a 2024, com ênfase na análise comparativa entre os anos de 2019 e 2024.

Para tanto, a pesquisa adota uma abordagem quantitativa e geoespacial, utilizando dados provenientes das Coleções 10 (Uso e Cobertura da Terra) e 4 (Fogo) do Projeto MapBiomass, os quais foram processados por meio de técnicas de geoprocessamento. A partir desses dados, busca-se identificar as principais transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo, bem como compreender de que forma essas mudanças têm influenciado a ocorrência e a distribuição das áreas queimadas.

Dessa maneira, espera-se contribuir para o aprofundamento das discussões acerca da dinâmica do fogo no Pantanal e para a compreensão dos impactos associados às transformações recentes no bioma, evidenciando como a dessecação tem contribuído para o aumento alarmante da incidência de incêndios florestais nessas sub-regiões.

ÁREA DE ESTUDO

Caracterizado por suas particularidades, o Pantanal é reconhecido como a maior planície alagável do mundo, abrangendo partes do território boliviano, paraguaio e brasileiro. Neste último, encontra-se a maior parte do bioma, ocupando 138.183 km² da Bacia do Alto Paraguai.

No Brasil, o bioma estende-se pelos estados de Mato Grosso (35%) e Mato Grosso do Sul (65%), sendo ainda subdividido em 11 sub-regiões: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paiguás, Paraguai, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho (Silva e Abdon, 1998).

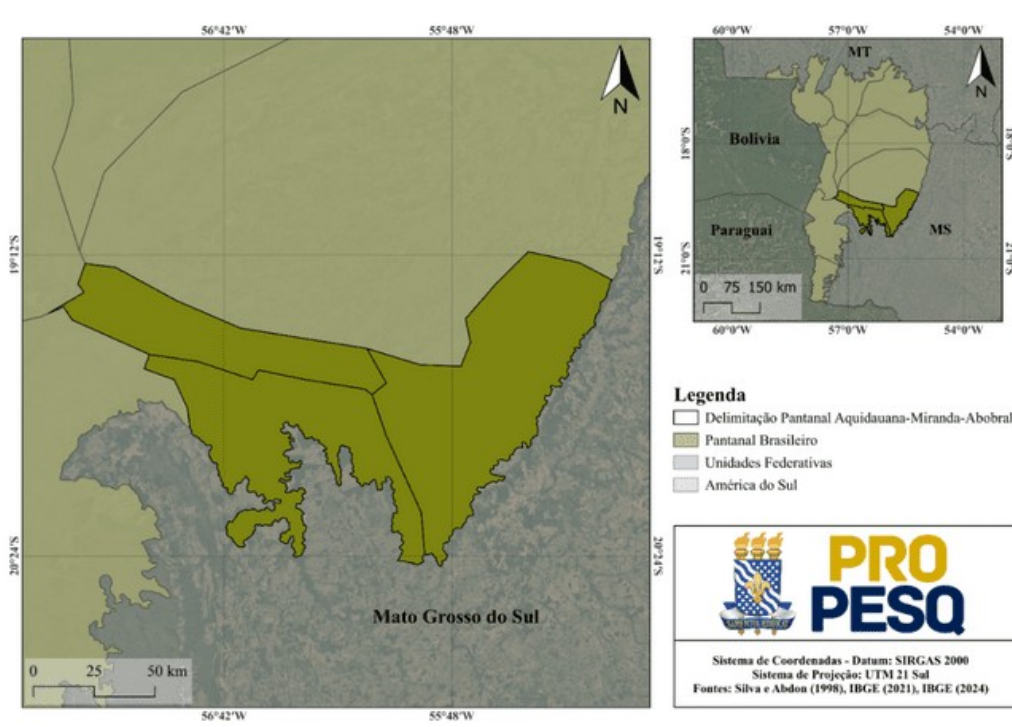
Ao analisar a integração entre o Cerrado, o Gran Chaco e as influências amazônicas, o Pantanal pode ser denominado uma 'complexa planície de coalescência detrítico-aluvial', sendo descrito como:

[...] um notável inter espaço de transição e contato comportando fortes penetrações de ecossistemas dos cerrados; uma participação significativa de floras chaquenhais; inclusões de componentes amazônicos e préamazônicos; ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de grande extensão nos “pantanais”, de suas grandes planícies de inundação. (AB’SABER, 1988, p. 40).

Essa natureza híbrida da paisagem, composta por variados estratos vegetativos, evidencia a complexidade ambiental do Pantanal, o qual, marcado por suas características sui generis, manifesta uma sensibilidade elevada a eventos adversos, sobretudo quando associados aos elementos climáticos.

A área de estudo corresponde aos Pantanaís Aquidauana-Miranda-Abobral (Figura 01), localizados na porção sudeste do estado de Mato Grosso do Sul. Juntas, essas sub-regiões abrangem uma área de 12.224 km².

Figura 01: Localização dos Pantanaís Aquidauana-Miranda-Abobral.



Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Caracterizado pelo clima tropical (Aw), o bioma é marcado por uma estação seca, que se estende de abril a setembro, e uma chuvosa, que se concentra de outubro a março, sob influência do regime do rio Paraguai e de seus afluentes. Além de reger o pulsar da vida no Pantanal, esse ciclo também molda a paisagem, que é marcada por mosaicos visuais decorrentes dessa sazonalidade.

O bioma apresenta ainda uma vasta diversidade de fauna e flora devido à influência de outros biomas com os quais faz fronteira, abrigando, inclusive, espécies ameaçadas de extinção, o que reforça a importância de sua conservação.

O Pantanal de Aquidauana, com cerca de 5.008 km², situa-se em uma área de transição entre o planalto e a planície pantaneira, com predomínio de formações de Cerrado e áreas de pastagem. O Pantanal de Miranda, com aproximadamente 4.383 km², limita-se com as sub-regiões do Abobral e de Aquidauana, além da Serra da Bodoquena, sendo composto por um mosaico de formações vegetais que inclui savanas, matas e campos. Por fim, o Pantanal do Abobral, com aproximadamente 2.833 km², localiza-se entre os vales dos rios Abobral e Negro, caracterizando-se predominantemente por vegetação de caráter savânico.

METODOLOGIA

O levantamento teórico acerca da temática serviu como alicerce da pesquisa. Para isso, foram consultados os acervos virtuais do Portal de Periódico da Capes, do Google Acadêmico, do ResearchGate, da Scielo e do Academia.edu, com buscas direcionadas a temas como: mudança de uso no Pantanal, análise geoespacial, regime do fogo e riscos híbridos.

A pesquisa pauta-se no método hipotético-dedutivo e adota uma abordagem quantitativa que, conforme Gil (2017), utiliza a linguagem matemática para descrever com maior precisão as relações e interdependências entre os fenômenos analisados. Nesse contexto, tal abordagem quantitativa possibilita a análise espacial e temporal das queimadas, permitindo identificar padrões, tendências e variações na dinâmica do fogo nas áreas de estudo.

A escolha dos Pantanaís de Aquidauana, Miranda e Abobral justifica-se pela proximidade espacial entre essas sub-regiões, o que favorece a análise integrada da paisagem. Além disso, a acessibilidade logística, especialmente a partir do município de Aquidauana, considerado uma das principais portas de entrada para o Pantanal sul-mato-grossense, viabilizou a realização de atividades de campo e a validação das informações obtidas por meio de dados orbitais.

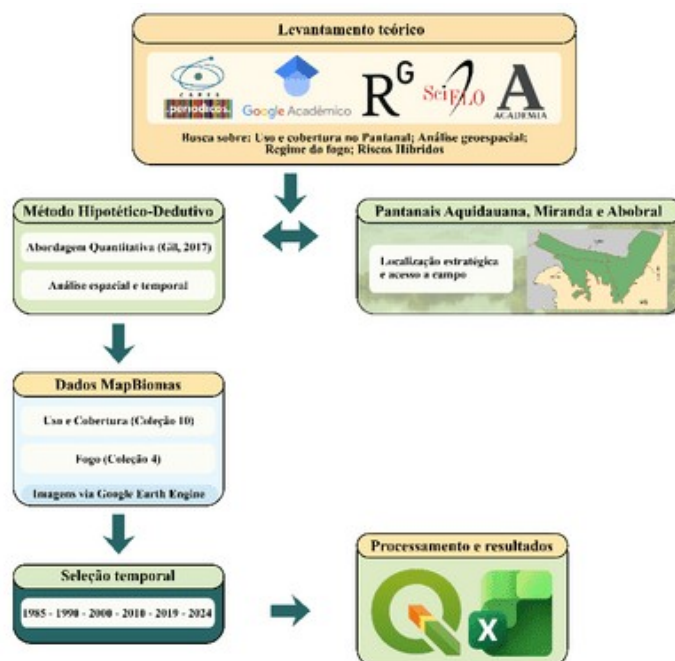
Para a análise geoespacial, foram utilizados dados de Uso e Cobertura da Terra (Coleção 10) e Fogo (Coleção 4), ambos do Projeto MapBiomas, o qual disponibiliza gratuitamente uma série de mapas anuais que abrange todo o Brasil, advindos de imagens do satélite Landsat, com resolução de

30m (MapBiomias, 2025). A aquisição das imagens raster foi feita pelo Google Earth Engine (GEE), por meio dos toolkits disponibilizados pelo projeto.

Inicialmente, foram selecionadas imagens referentes aos anos de 1985, 1990, 2000, 2010 e 2024 (Figura 02), com o objetivo de representar uma série temporal de aproximadamente 40 anos, período no qual o Pantanal tem apresentado transformações significativas em sua dinâmica ambiental e territorial. A escolha desses intervalos temporais buscou captar mudanças estruturais no uso e cobertura da terra, bem como na ocorrência de queimadas ao longo do tempo. A definição desse recorte temporal também está associada à necessidade de compreender a evolução da paisagem em diferentes momentos, o que permite identificar tendências de expansão ou retração das classes de uso, além de possíveis alterações no regime do fogo.

Posteriormente, a partir da análise preliminar dos dados de queimadas, foi incorporado o ano de 2019, por se destacar como um período de elevada ocorrência de incêndios na região, com um aumento expressivo dos focos de calor em relação aos anos anteriores da série histórica do MapBiomias. Dessa forma, a inclusão desse ano permitiu aprofundar a análise em um contexto de maior intensidade do fogo. A escolha dos anos de 2019 e 2024 para análise comparativa justifica-se por representarem momentos críticos na dinâmica recente das queimadas, caracterizados por elevados registros de área queimada. Além disso, a similaridade entre as classes afetadas nesses períodos possibilita uma análise mais consistente sobre a distribuição espacial do fogo e sua relação com o uso e cobertura da terra.

Figura 02: Fluxograma metodológico das etapas da pesquisa



Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme sistematizado na Figura 02, após a seleção dos dados, os produtos cartográficos foram processados no software QGIS (versão 3.34.11), no qual foram realizadas as etapas de organização, extração e quantificação das classes de uso e das áreas queimadas. A partir dessas informações, foi possível obter os valores numéricos correspondentes a cada classe mapeada, o que permitiu a realização de análises comparativas entre os diferentes períodos. As informações obtidas foram posteriormente organizadas em tabelas e planilhas no software Microsoft Excel, o que possibilitou maior detalhamento dos resultados e a sistematização dos dados para interpretação. Esse procedimento viabilizou a integração da análise espacial à análise quantitativa, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica das queimadas nas sub-regiões estudadas.

RESULTADOS

A ocupação do Pantanal remonta à chegada dos colonizadores à região. Contudo, somente a partir do século XVII é que a pecuária passou a desenvolver-se, estabelecendo-se de forma subsidiária à mineração, até consolidar-se como a principal atividade econômica desenvolvida no bioma (Rossetto e Geraldi, 2013; Machado e Costa, 2018). Essa consolidação só foi possível devido às características da região, a qual, por estar inserida na Bacia do Alto Paraguai, é marcada pela interação entre planalto e planície, estando a maior parte dessa última localizada em Mato Grosso do Sul.

Considerando que os Pantanaís estudados se localizam na porção sudeste do estado, apresenta-se a seguinte caracterização: a subárea de Aquidauana apresenta alta declividade, a qual direciona as águas que descem da Serra de Maracaju em direção à planície, sendo uma região historicamente vinculada à pecuária, em função do regime de enchentes que propicia o desenvolvimento dessa atividade; a subárea de Miranda é marcada por uma topografia mais diversificada em relação à do Abobral, destacando-se pela integração entre o ambiente natural e as áreas produtivas, com predomínio da silvicultura; por sua vez, a subárea do Abobral apresenta uma extensa planície que, durante os períodos de cheia, permanece amplamente inundada.

Essas características evidenciam a diversidade ambiental e produtiva da área de estudo. Nesse contexto, os dados demonstram que as sub-regiões analisadas têm sofrido mudanças significativas na cobertura vegetal, especialmente no período entre 1985 e 2024.

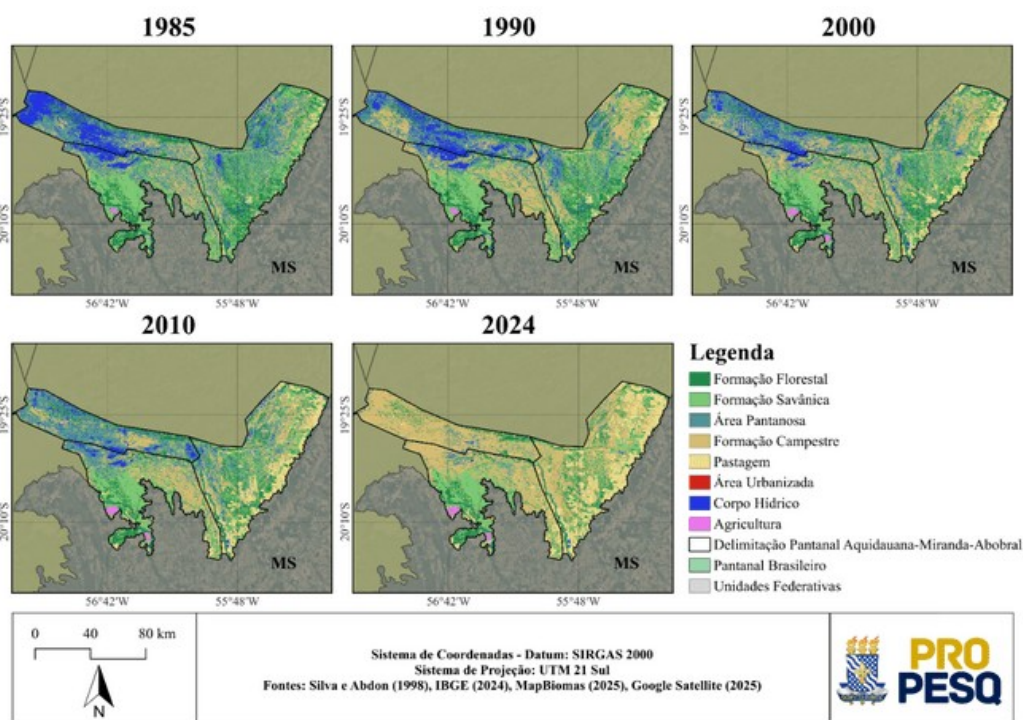
Tais transformações estão associadas à intensificação das ações antrópicas na região, sobretudo em decorrência do avanço da cadeia do agronegócio, que tem se expandido de forma acelerada nesses Pantanaís em função de suas características favoráveis. Esse processo tem

resultado em alterações progressivas na paisagem pantaneira, comprometendo a resiliência do bioma frente às mudanças ocorridas ao longo de aproximadamente quatro décadas.

Esse cenário pode ser compreendido também à luz das mudanças climáticas em curso, que têm intensificado a ocorrência de períodos secos e alterado o regime hidrológico do Pantanal. Cabe ressaltar que o Pantanal é um bioma altamente sensível, cuja dinâmica ambiental está diretamente condicionada à presença e à sazonalidade da água, no qual o regime de cheias e secas exerce papel fundamental na regulação dos ciclos ecológicos, influenciando a distribuição da vegetação, a disponibilidade de umidade e o equilíbrio dos sistemas naturais. A combinação entre as condições climáticas e as transformações antrópicas no uso da terra acaba por contribuir negativamente para a ampliação da vulnerabilidade desse ecossistema.

Nesse contexto, a Figura 03 apresenta a evolução temporal dessas transformações, evidenciando uma tendência de redução de classes como “Área Pantanosa” e “Rio e Lago”. Em paralelo, observa-se a expansão de classes associadas a ambientes mais secos, com destaque para o período entre 2010 e 2024, no qual se verifica um crescimento mais acentuado dessas categorias.

Figura 03: Uso e Ocupação da Terra nos pantanais Aquidauana-Miranda-Abobral (1985-2024)



Org.: Elaborado pelos autores (2026).

A perda de áreas pantanosas, cuja extensão passou de 344.472,80 ha em 1985 para 47.646,10 ha em 2024, implica diretamente a redução da capacidade do sistema de manter a

umidade superficial e regular os processos naturais do Pantanal, o que resulta em alterações significativas na estrutura e na funcionalidade da paisagem. De forma semelhante, observa-se uma expressiva retração dos corpos hídricos (rios e lagos), cuja área foi reduzida de 157.707,10 ha para 10.719,30 ha no mesmo período. Destaca-se que o bioma tem enfrentado episódios de secas recorrentes desde a última grande cheia registrada em 2018, o que contribui negativamente para o agravamento dessas transformações.

Em contrapartida, observa-se uma expansão expressiva das formações campestres e das áreas de pastagem ao longo do período analisado. A classe Formação Campestre passou de aproximadamente 208.651 ha em 1985 para 626.497 ha em 2024, consolidando-se como a categoria dominante na paisagem. Seguindo a mesma tendência, a classe Pastagem apresentou um crescimento significativo, ampliando-se de 28.714,35 ha para 222.827,10 ha, o que evidencia a intensificação da ocupação antrópica na região.

Esse processo, associado à redução das áreas úmidas e dos corpos hídricos, indica uma reconfiguração da paisagem pantaneira, marcada pela substituição de ambientes naturais por áreas mais secas e com maior potencial de combustão, o que favorece a propagação do fogo.

Conforme apresentado na Tabela 1, embora as classes de Agricultura e Área Urbana apresentem menor representatividade em termos de área, ambas registraram crescimento ao longo do período analisado. A área agrícola passou de 2.105,35 ha para 7.643,34 ha, enquanto a área urbana aumentou de 2,77 ha para 14,71 ha. Ainda que discretas em termos absolutos, essas expansões reforçam a tendência de intensificação do uso da terra, evidenciando a ampliação das atividades antrópicas na região.

Tabela 1: Dinâmica de Uso e Ocupação do Solo nos Pantanaís Aquidauana-Miranda-Abobral (1985–2024).

Categorias de uso	1985 (ha)	1990 (ha)	2000 (ha)	2010 (ha)	2024 (ha)
Formação Florestal	246.240,30	235.320,50	221.175,80	200.435,20	175.930,10
Formação Savânica	318.282,50	305.543,90	256.828,80	227.646,60	214.895,30
Área Pantanosa	344.472,80	262.715,10	294.307,40	329.568,40	47.646,10
Formação Campestre	208.651,40	334.985,50	349.853,10	331.757,30	626.497,00
Pastagem	28.714,35	45.931,38	96.133,95	151.280,60	222.827,10
Área Urbana	2,77	2,77	6,56	12,86	14,71
Rio e Lago	157.707,10	12.115,53	81.325,04	58.033,12	10.719,30
Agricultura	2.105,35	2.751,07	6.542,22	7.438,81	7.643,34

Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Essa reconfiguração da paisagem evidencia um processo de substituição de ambientes anteriormente úmidos e de vegetação natural por áreas progressivamente mais secas e antropizadas, conforme demonstrado pelos dados apresentados. Tal dinâmica pode ser compreendida à luz da ecologia da paisagem, campo que, embora oriundo da ecologia, estabelece forte diálogo com a geografia ao enfatizar a influência das ações humanas na organização e gestão do território.

Desse ponto de vista, Metzger (2005) destaca que a paisagem deve ser compreendida como um mosaico heterogêneo resultante da interação entre os elementos naturais e as ações antrópicas, figurando estas como fundamentais na configuração espacial do território. Concomitante a isso, Forman (1995) pontua que tais transformações implicam a redução da heterogeneidade ambiental e a intensificação da fragmentação dos habitats, o que, por sua vez, compromete a conectividade ecológica e a capacidade de regulação hídrica do sistema pantaneiro.

Nesse cenário, as alterações observadas contribuem para a criação de condições mais favoráveis à ocorrência e à propagação do fogo. John et al. (2021) apontam que o Pantanal mantém uma relação histórica com o fogo, uma vez que o bioma foi, em parte, moldado por esse elemento ao longo do tempo, o que faz com que o risco de incêndios esteja intrinsecamente associado às dinâmicas naturais e às práticas humanas na região. Nessa mesma perspectiva, Mendonça (2021) ressalta que a sociedade sempre esteve exposta a diferentes tipos de riscos, os quais são ampliados pela intensificação das intervenções antrópicas sobre o meio, o que resulta em riscos híbridos.

Dessa forma, as transformações observadas estabelecem condições cada vez mais favoráveis à ocorrência de eventos extremos. A substituição de áreas úmidas por formações mais abertas e secas, associada à intensificação das pressões antrópicas, contribui para o aumento da disponibilidade de material combustível e para a redução da umidade superficial. Esse cenário favorece a propagação do fogo e amplia a extensão das áreas suscetíveis às queimadas, evidenciando um processo de retroalimentação entre o uso da terra e a dinâmica do fogo.

No que se refere à atuação do fogo entre 1985 e 2024 (Figura 04), observa-se que a distribuição espacial das áreas queimadas não ocorre de maneira uniforme ao longo do período analisado. Verifica-se uma variabilidade significativa, caracterizada pela alternância entre anos de menor e maior intensidade de queimadas, o que indica uma dinâmica temporal complexa, possivelmente associada tanto a fatores climáticos quanto às transformações na estrutura da paisagem.

Os dados apontam que a área queimada nessa porção do Pantanal apresentou redução nas décadas iniciais. Em 1985, registrou-se uma área aproximada de 119.147 ha consumidos pelo fogo, observando-se uma redução expressiva de cerca de 87,1% em 2000, seguida de um aumento aproximado de 29,8% em 2010. No entanto, o cenário altera-se drasticamente em 2024, quando a

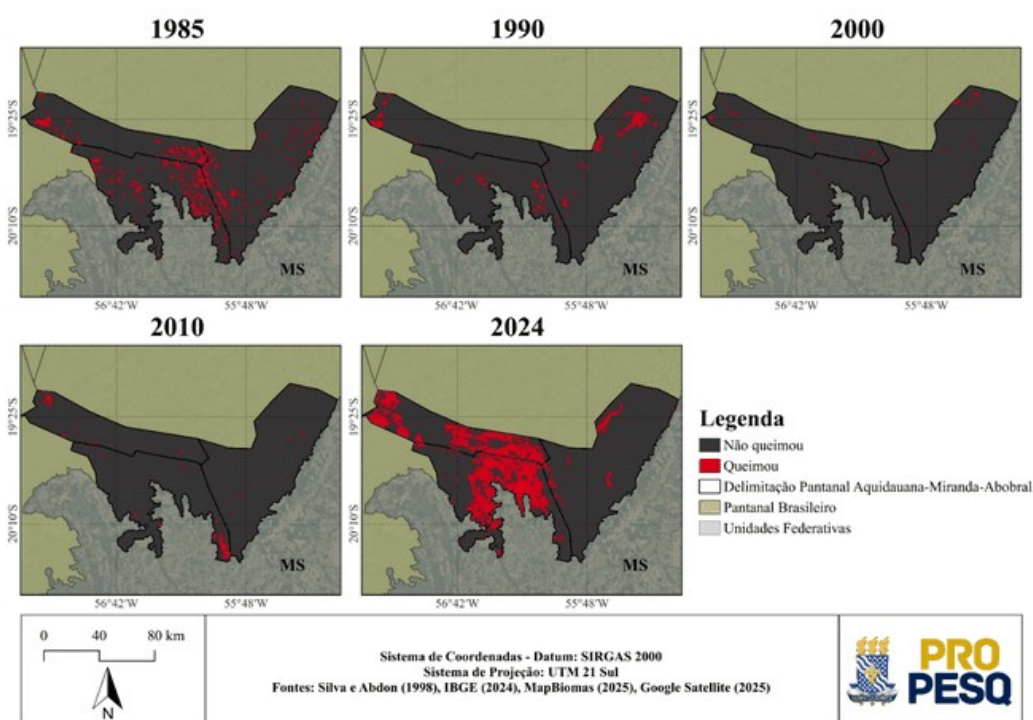
área queimada passa a totalizar cerca de 310.091 ha, representando um aumento substancial em comparação aos períodos anteriores, além de consagrar o Pantanal como o bioma que mais queimou dentro dos últimos 40 anos.

Esse comportamento pode indicar uma mudança no padrão das queimadas. Eventos anteriormente considerados mais “pontuais” passaram a ter certa recorrência, haja vista que os biênios 2001-2002 e 2019-2020 também foram anos de incêndios severos no Pantanal, os quais resultaram em grandes perdas florestais (De Magalhães Neto e Evangelista, 2023).

Valentim (2024) reforça que, embora o fogo integre a dinâmica de diversos ecossistemas, alterações em seu regime, sobretudo em função das atividades antrópicas, podem intensificar seus impactos sobre a vegetação e o solo, sendo o Pantanal particularmente sensível ao aumento de sua frequência.

Esse novo padrão que se estabelece pode ser associado às transformações observadas na Figura 05, especialmente à redução das áreas alagáveis e à expansão de classes altamente suscetíveis à queima. O aumento acentuado da área queimada observado no período mais recente evidencia uma mudança no comportamento do fogo, que agora passa a apresentar maior extensão e intensidade sobre os Pantanaís alvos deste estudo.

Figura 04: Atuação do Fogo nos Pantanaís Aquidauana-Miranda-Abobral (1985-2024).

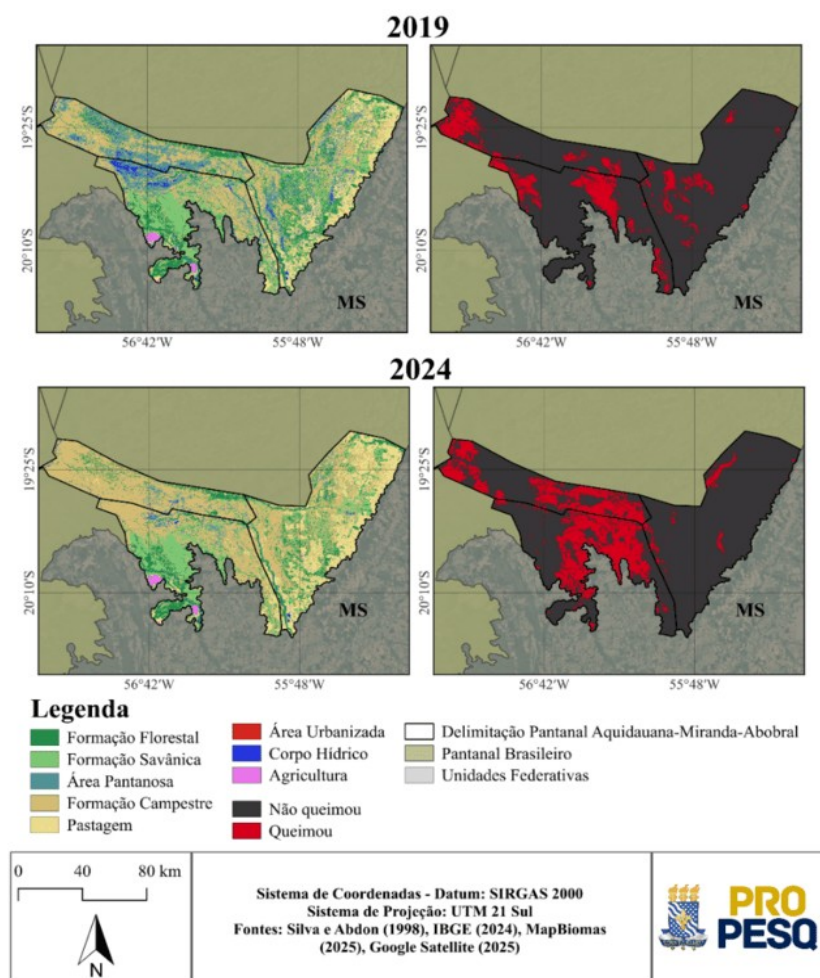


Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Todavia, a análise temporal isolada não é suficiente para compreender a complexidade em torno desse processo. Torna-se necessário investigar a distribuição espacial das queimadas e sua relação com a estrutura da paisagem, dado que o fogo por si só sempre esteve presente na dinâmica do Pantanal, visto que é amplamente utilizado no Brasil e no mundo com a finalidade de limpeza de pastos e preparo de plantio (Chaves, 2021).

Nesse contexto, a Figura 05 apresenta a distribuição das áreas queimadas em associação ao uso e à cobertura da terra, a partir da comparação entre os anos de 2019 e 2024, período em que as sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Abobral foram severamente afetadas. Essa associação permitiu analisar as mudanças na intensidade e na abrangência do fogo nesses Pantanaís.

Figura 05: Comparação Uso e Ocupação da Terra/Fogo nos pantanaís Aquidauana-Miranda-Abobral.



Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Nota-se que nesses anos de referência, o fogo atuou predominantemente sobre as classes Formação Campestre e Pastagem. Verifica-se também que Miranda (no canto inferior esquerdo do mapa) e Abobral (no canto superior esquerdo do mapa) foram gravemente afetados pelas ocorrências em ambos os anos. O Abobral foi o mais impactado, de certo modo, devido à grande

perda de áreas alagadas, as quais foram convertidas em formações campestres e posteriormente atingidas pelas queimadas.

Concomitantemente a isso, ainda em 2019, o Pantanal passava por um período de seca severa iniciado em 2018, sendo marcado por baixas precipitações (Marengo, 2021). o que reforça a maior suscetibilidade dessas classes à ação do fogo, principalmente pelas características que essas formações apresentam. Esses fatores combinados podem ter corroborado tanto para a ignição quanto para o avanço das chamas sobre a paisagem.

Por outro lado, é evidente a grande expansão das áreas queimadas, a qual revela como uma certa “continuidade” em 2024, visto que houve ampliação das áreas queimadas no Abobral e em Miranda, seguida por uma retração em Aquidauana. Entre esses dois anos, a área atingida pelo fogo, passou de aproximadamente 182.638 ha para 306.555 ha, o que representa um aumento substancial de aproximadamente de 67,8%.

Outrossim, verifica-se que o avanço do fogo acompanha a expansão das classes típicas de ambientes mais secos, a exemplo da Formação Campestre, com aumento de +72.705 ha queimados, e Formação Savânica com +43.103 ha. Esses aumentos se tornam ainda mais preocupantes ao levar em consideração que entre os anos de 2001 e 2020, cerca de 56% da área total do Pantanal brasileiro queimou ao menos uma vez, como apontam Dos Reis et. al. (2023).

A escolha do ano de 2019 em detrimento de 2020 (ano com ainda mais registros de incêndios) se justifica por dois motivos. O primeiro é que 2019 representa um dos períodos mais críticos de ocorrência de queimadas no Pantanal nas últimas décadas; o segundo, deve-se ao fato de que os Pantanaís estudados foram mais atingidos pelos incêndios em 2019 do que em 2020. Atrelado a isso, nesse ano, foi registrado um aumento expressivo dos focos de incêndio, associado a condições ambientais desfavoráveis, como a redução das áreas alagáveis e o predomínio de períodos mais secos, que favoreceram a ação do fogo.

Adicionalmente, 2019 pode ser compreendido como um marco na dinâmica recente das queimadas no bioma, uma vez que, a partir desse período, observa-se um padrão caracterizado por maior extensão, intensidade e recorrência dos incêndios. Esse cenário está diretamente relacionado às transformações no uso e cobertura da terra, especialmente à expansão de áreas de pastagem e formações campestres, que aumentam a disponibilidade de material combustível e a continuidade da paisagem. Ao se comparar com 2024, verifica-se um avanço ainda mais expressivo da atuação do fogo, o que serve como um forte indicativo de um agravamento do cenário ambiental.

É importante destacar que os impactos decorrentes do avanço do fogo sobre a paisagem pantaneira extrapolam a escala regional. Esse aumento recorrente das queimadas contribui para a redução das formações florestais e compromete sua capacidade de regeneração, uma vez que o solo é afetado pela perda de nutrientes e pela degradação de suas propriedades físicas e químicas. Esse

processo revela certa contradição, já que o uso do fogo como prática de manejo, embora tradicional, pode intensificar a degradação quando ocorre de forma recorrente e descontrolada.

Além disso, os impactos também se estendem à atmosfera, em função da emissão significativa de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas em curso. Esse processo está associado ao aumento das temperaturas, e à intensificação de eventos extremos, cujos efeitos já são observados tanto em áreas urbanas quanto rurais das sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Abobral.

Cabe destacar que o estado de Mato Grosso do Sul já se insere em uma região de clima naturalmente quente, o que potencializa ainda mais os efeitos do aquecimento, tornando o ambiente mais propenso a condições de estresse térmico e à intensificação de eventos como as queimadas. Ferreira et. al. (2025) apontam que há uma relação direta entre as queimas e as classes de uso e cobertura da terra, o que, em conjunto, resulta no aumento do calor sensível, da temperatura sensível e do solo, além da diminuição da umidade do ar. Sendo assim, o avanço das queimadas no Pantanal, sobretudo nessas sub-regiões, evidencia que não apenas a dinâmica local da paisagem é alterada, mas que também se insere em um contexto muito mais amplo de aumento da recorrência de eventos extremos.

Nesse sentido, torna-se fundamental compreender como essas dinâmicas se materializam espacialmente na paisagem pantaneira, o que permite identificar as classes mais afetadas e os padrões de distribuição do fogo nas sub-regiões analisadas.

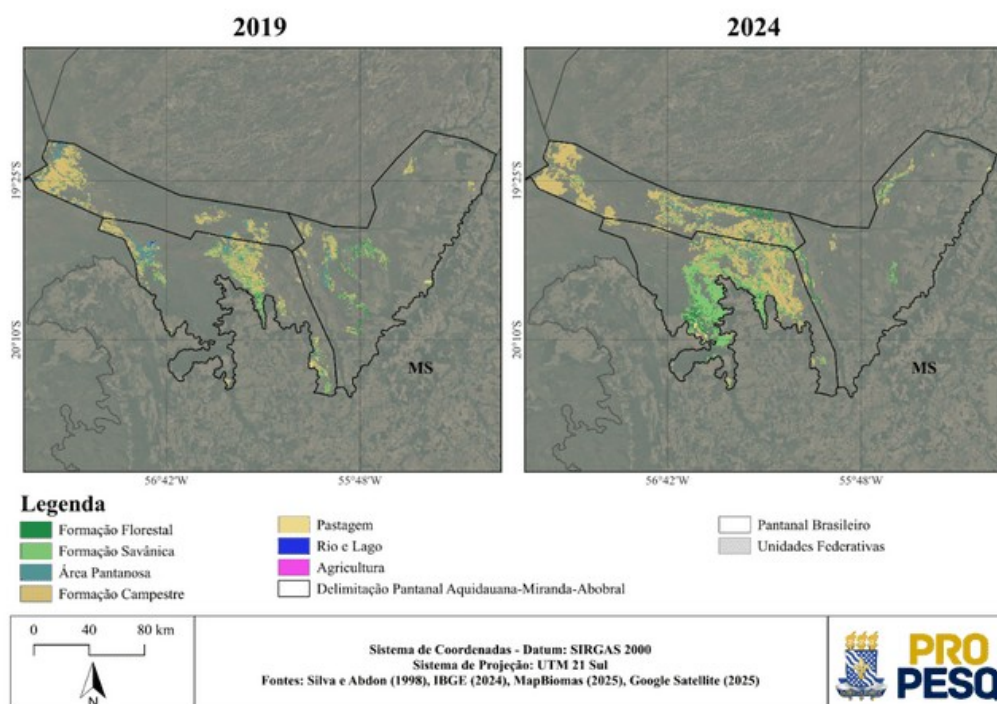
A Figura 06 apresenta a espacialização das classes queimadas nos anos de 2019 e 2024. A partir dessa observação, onde pode ser observado que a distribuição das classes queimadas em 2019 e 2024, verifica-se que as áreas atingidas pelo fogo se concentram majoritariamente nas formações campestres e nas áreas de pastagem, o que evidencia o papel central dessas classes na propagação do fogo na paisagem. Esse padrão está associado tanto às características naturais dessas formações, como a maior disponibilidade de biomassa seca e a menor retenção de umidade, quanto à atuação antrópica, uma vez que essas áreas estão diretamente relacionadas às práticas de uso da terra, especialmente vinculadas à pecuária extensiva.

Em 2019, a área total queimada foi de 182.638,54 há, onde as queimadas apresentaram uma distribuição mais concentrada e parcialmente fragmentada, com maior incidência sobre as formações campestres (108.433,00 ha), seguida pela Formação Savânica (26.447,43 ha) e pela Área Pantanosa (33.442,37 ha). Esse comportamento indica que, embora o fogo já atuasse de forma relevante, sua propagação ainda se encontrava mais condicionada às características locais da paisagem e à presença de fatores limitantes, como a umidade e a existência de áreas alagáveis.

Em contrapartida, no ano de 2024, verifica-se uma expansão expressiva das áreas queimadas, totalizando 306.555,92 ha, o que representa um aumento de +123.917,38 ha em relação

a 2019. As áreas atingidas tornam-se mais amplas e conectadas, evidenciando uma maior capacidade de propagação das chamas na paisagem. Esse crescimento é acompanhado por mudanças importantes na distribuição das classes atingidas. A Formação Campestre permanece como a principal classe afetada, ampliando sua área queimada para 181.138,10 ha (+72.705,10 ha), o que reforça sua alta suscetibilidade ao fogo. De forma semelhante, a Formação Savânica apresenta um aumento significativo, passando para 69.556,76 ha (+43.109,33 ha), indicando a expansão do fogo sobre formações naturais mais abertas.

Figura 06: Classes atingidas pelo fogo em 2019 e 2024.



Org.: Elaborado pelos autores (2026).

Por outro lado, observa-se uma redução na área queimada em Áreas Pantanosas, que passa de 33.442,37 ha em 2019 para 21.708,40 ha em 2024 (-11.733,97 ha). Esse comportamento pode estar associado à diminuição da própria extensão dessas áreas ao longo do tempo, o que reduz sua participação relativa nas queimadas, além de evidenciar a perda de ambientes que historicamente atuam como barreiras naturais à propagação do fogo.

As classes diretamente relacionadas ao uso antrópico também apresentam aumento, ainda que em menor magnitude comparado as outras classes. A Pastagem passa de 4.756,02 ha para 6.220,03 ha (+1.464,01 ha), enquanto a classe Rio e Lago apresenta variação discreta, passando de 777,92 ha para 1.219,61 ha (+441,69 ha). Esses dados reforçam a presença do fogo em áreas de uso humano, deixando mais evidente a influência direta das práticas antrópicas na dinâmica das queimadas.

A fim de sintetizar as transformações observadas e sua relação com a dinâmica do fogo, a Tabela 2 apresenta a variação das principais classes de uso da terra entre 2019 e 2024, associando essas mudanças à sua interpretação no contexto ambiental.

Os dados evidenciam uma tendência clara de reconfiguração da paisagem pantaneira de Aquidauana, Miranda e do Abobral, marcada pela redução expressiva de áreas associadas à presença de água, como as áreas pantanosas (-80,3%) e corpos hídricos (-70,7%), com implicações diretas na diminuição da umidade e na perda da capacidade natural de regulação do sistema. Em contrapartida, observa-se a expansão de classes com maior suscetibilidade ao fogo, como a formação campestre (+48,5%) e as áreas de pastagem (+27,9%), indicando um aumento da inflamabilidade da paisagem e da influência antrópica sobre o território desses pantanais.

Tabela 2: Variação de Uso da Terra e Correlação com o Fogo (2019 e 2024).

Categoria de Uso	Variação (2019-2024)	Interpretação
Área Pantanosa	-80,3%	Redução da umidade
Rio e Lago	-70,7%	Menor disponibilidade hídrica
Formação Campestre	+48,5%	Aumento da inflamabilidade
Pastagem	+27,9%	Intensificação do uso antrópico
Área total queimada	+67,8%	Intensificação do fogo

Org.: Elaborado pelos autores (2026)

Esse conjunto de transformações analisadas se reflete diretamente no aumento da área total queimada (+67,8%), evidenciando que as mudanças no uso e cobertura da terra estão intimamente relacionadas à intensificação da dinâmica do fogo no Pantanal.

Nesse sentido, os resultados permitem compreender a ocorrência das queimadas sob a perspectiva dos riscos híbridos, nos quais fatores naturais, como a variabilidade climática e a sazonalidade hídrica, atuam de forma integrada às ações antrópicas, especialmente relacionadas ao uso da terra. Essa interação contribui para a ampliação da vulnerabilidade ambiental do Pantanal, sobretudo das sub-regiões analisadas, resultando em um cenário em que os incêndios deixam de ser eventos isolados e passam a se configurar como processos recorrentes e potencializados pelas transformações da paisagem.

CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam uma reconfiguração significativa da paisagem das sub-regiões de Aquidauana, Miranda e Abobral ao longo das últimas quatro décadas, marcada pela perda de áreas associadas à presença de água e pela consolidação de ambientes progressivamente mais secos e antropizados.

Essa transformação, além de alterar a estrutura espacial do bioma, também compromete sua funcionalidade ecológica e os serviços prestados por ele, especialmente no que se refere à regulação hídrica e à manutenção da umidade superficial, elementos essenciais para a manutenção da estabilidade do sistema pantaneiro. Como consequência, observa-se a formação de um cenário ambiental mais favorável à propagação do fogo, no qual a paisagem passa a atuar como agente ativo na intensificação das queimadas.

A dinâmica do fogo evidenciou uma mudança de padrão ao longo do período analisado, com a transição de eventos mais pontuais para ocorrências mais extensas, intensas e recorrentes, sobretudo nos anos mais recentes. Esse comportamento indica não apenas uma ampliação das áreas atingidas, mas a consolidação de um regime de fogo mais persistente, associado tanto às transformações no uso da terra quanto ao agravamento das condições climáticas.

Sob a perspectiva dos riscos híbridos, os resultados demonstram que a intensificação das queimadas no Pantanal decorre da interação entre processos naturais e ações antrópicas, que, de forma articulada, ampliam a vulnerabilidade ambiental da região. Nesse sentido, o fogo deixa de ser compreendido como um elemento isolado e passa a se configurar como expressão de um sistema que se encontra em desequilíbrio.

A emergência climática já se materializa no Pantanal, impondo a necessidade de medidas urgentes, como a moratória da conversão de novas áreas e a implementação de corredores hídricos. Sem essas intervenções, o avanço das queimadas tende a comprometer de forma irreversível a capacidade de regeneração do sistema pantaneiro.

REFERÊNCIA

AB'SÁBER, Aziz Nacib. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, 1988. p. 9-57.

CHAVES, Michel et al. Focos de calor no Cerrado e na Caatinga de Minas Gerais identificados por sensor orbital. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 2, n. 1, 2021.

CORREA, Danielle Blazys et al. Increased burned area in the Pantanal over the past two decades. **Science of the Total Environment**, v. 835, p. 155386, 2022.

DA SILVA, João dos Santos Vila; DE MOURA ABDON, Myrian. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 13, p. 1703-1711, 1998.

DE MAGALHÃES NETO, Newton; EVANGELISTA, Heitor. A Atividade Humana Por Trás Das Queimadas Florestais Sem Precedentes Na História Do Pantanal Em 2020. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, Florianópolis, Santa Catarina, 2023.

DE OLIVEIRA-JUNIOR, Jose Francisco et al. Fire foci related to rainfall and biomes of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 282, p. 107861, 2020.

DOS REIS, João BC et al. Diagnóstico das áreas queimadas no Pantanal entre 2001 e 2020. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, Florianópolis, Santa Catarina, 2023.

FERREIRA, Wellinton Nardes. et al. A Variação dos Parâmetros Ambientais e das Classes de Cobertura do Solo Campos Alagados/Áreas Pantanosas e Formação Campestre (1985-2023) Na Área de Transição dos Biomas Pantanal e Cerrado. **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, Salvador, Bahia, 2025.

FORMAN, Richard TT. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge university press, 1995.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

JOHN, Liana. et al. A desoladora herança dos incêndios. **Revista Ciência Pantanal**, vol. 6. nº1. **Brasil**, 2021.

MARENGO, Jose A. et al. Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, causes, and impacts. **Frontiers in Water**, v. 3, p. 639204, 2021.

MENDONÇA, Francisco. **Riscos Híbridos; Concepções e Perspectivas Socioambientais**. Oficina Dos Textos, São Paulo, 2021.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens?. **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.

NUNES, R. S. C. et al. Fires in Brazilian Biomes. **Mercator (Fortaleza)**, v. 22, p. e22023, 2023.

ROSSETTO, Onélia Carmem; GIRARDI, Eduardo Paulon. Dinâmica agrária e sustentabilidade socioambiental no Pantanal brasileiro (Dynamic agrarian and environmental sustainability in the Pantanal Brazilian). **Revista Nera**, n. 21, p. 135-161, 2013.

TEIXEIRA, R. S.; FONSECA, V. M. A expansão da fronteira agrícola nos biomas brasileiros: o Cerrado como laboratório para os pacotes tecnológicos dq2a “revolução verde”. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 6416-6435, 2022.

VALENTIM, Sebastião Marcos Silva. Ecologia do fogo e o cenário dos incêndios no Pantanal. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 27, n. 3, p. 3-21, 2024.