





DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DOS FOCOS DE CALOR NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE TAIAMÃ E ENTORNO



*Spatiotemporal Dynamics of Fire Hotspots in the Taiamã
Ecological Station and Surroundings*

*Dinámica Espaciotemporal de los Focos de Calor en la
Estación Ecológica de Taiamã y Áreas Circundantes*

Ernandes Sobreira Oliveira Júnior  



Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

ernandes.sobreira@unemat.br

Derick Victor de Souza Campos  



Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

derick@unemat.br

Maísa Consuelo dos Santos  



Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

maisa.shimokawa@unemat.br

Janaina Vetoreti Goloni  


Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

janaina.vetoreti@unemat.br

Bruna Caroline Paspardelli Cortelete  



Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

bfbuhler@gmail.com

Danúbia da Silva Leão  

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

danubialeao8@gmail.com

Érico Fernando de Oliveira Martins  

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

profericomartins@unemat.br

Resumo: Este estudo analisa a dinâmica espaciotemporal dos focos de calor na Estação Ecológica de Taiamã, unidade de conservação situada no Pantanal de Mato Grosso, e em sua zona de entorno, no período de 2000 a 2024. Para tanto, foram utilizados dados de sensoriamento remoto obtidos pelos sensores MODIS, complementados por informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os resultados revelam a ocorrência recorrente de focos de calor ao longo de todos os anos avaliados, com maior concentração entre os meses de agosto e outubro, período caracterizado pela estiagem regional. Destaca-se, entretanto, o registro atípico de eventos nos meses de janeiro e fevereiro de 2024, quando a sazonalidade hídrica do rio Paraguai e o regime pluviométrico deveriam assegurar condições úmidas. Tal anomalia sugere associação com déficits de precipitação e exposição de material orgânico altamente combustível, típico da região. A persistência e a expansão temporal das ocorrências de fogo indicam vulnerabilidade crescente da unidade frente às mudanças no regime hidrológico do Pantanal. Nesse sentido, o fortalecimento de estratégias de monitoramento sistemático, gestão adaptativa do fogo e da água, restauração ambiental e programas de educação socioambiental mostram-se fundamentais para mitigar riscos e garantir a integridade ecológica da Estação Ecológica de Taiamã, um ecossistema singular e de elevada relevância para a conservação.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Áreas Úmidas. Incêndios. Serviços Ecossistêmicos.

Abstract This study analyzes the spatiotemporal dynamics of fire hotspots in the Taiamã Ecological Station, a protected area located in the Pantanal of Mato Grosso, and its surrounding zone, between 2000 and 2024. Remote sensing data from MODIS sensors were used, complemented by information from the National Institute for Space Research (INPE). The results reveal the recurrent occurrence of fire hotspots in all evaluated years, with higher concentration between August and October, coinciding with the regional dry season. Notably, atypical events were recorded in January and February 2024, when the hydrological seasonality of the Paraguay River and rainfall regime would be expected to ensure humid conditions. This anomaly suggests an association with rainfall deficits and the exposure of highly combustible organic material typical of the region. The persistence and temporal expansion of fire events indicate increasing vulnerability of the protected area in the face of changes in the Pantanal's hydrological regime. Strengthening systematic monitoring strategies, adaptive management of fire and water, ecological restoration, and socio-environmental education programs is fundamental to mitigate risks and safeguard the ecological integrity of Taiamã Ecological Station, a unique ecosystem of high conservation value.

Keywords: Protected Area; Wetlands; Wildfires; Ecosystem Services

Resumen: Este estudio analiza la dinámica espaciotemporal de los focos de calor en la Estación Ecológica de Taiamã, un área protegida ubicada en el Pantanal de Mato Grosso, y en su zona de influencia, entre los años 2000 y 2024. Se utilizaron datos de teledetección obtenidos por los sensores MODIS, complementados con información del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE). Los resultados muestran la ocurrencia recorrente de focos de calor en todos los años evaluados, con mayor concentración entre agosto y octubre, coincidiendo con la estación seca regional. Sin embargo, se registraron eventos atípicos en enero y febrero de 2024, cuando la estacionalidad hídrica del río Paraguay y el régimen de lluvias deberían garantizar condiciones húmedas. Esta anomalía sugiere una asociación con déficits de precipitación y la exposición de

material orgánico altamente combustible, característico de la región. La persistencia y la expansión temporal de los incendios indican una creciente vulnerabilidad del área protegida frente a los cambios en el régimen hidrológico del Pantanal. En este sentido, el fortalecimiento de estrategias de monitoreo sistemático, gestión adaptativa del fuego y del agua, restauración ecológica y programas de educación socioambiental resulta fundamental para mitigar riesgos y mantener la integridad ecológica de la Estación Ecológica de Taiaimã, un ecosistema único y de alta relevancia para la conservación.

Palabras clave: Área Protegida; Humedales; Incendios Forestales; Servicios Ecosistémicos.

Submetido em: 31/07/2024

Aceito para publicação em: 27/09/2025

Publicado em: 30/10/2025

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal é um dos ecossistemas de destaque no mundo devido ao seu caráter distintivo e alta biodiversidade contida (Alho et al., 2019). Dentro deste ambiente, unidades de conservação desempenham papel significativo para atender áreas de preservação rigorosa, onde a natureza possa existir sem perturbações de ações antrópicas (Pádua e Chiaravalloti, 2012). Mais importante ainda está a abordagem crítica para a conservação, não só para espécies ameaçadas, mas também para manter os serviços que os ecossistemas oferecem e que são úteis para a humanidade, incluindo a filtragem de água, o controle de inundações e o sequestro de carbono (Medeiros et al., 2011; Almeida et al., 2023).

Além da conservação, as estações ecológicas são locais importantes para a realização de pesquisas científicas, funcionando como laboratórios naturais para o estudo dos processos ecológicos e evolutivos (Pádua e Chiaravalloti, 2012). Deste ponto de vista, as áreas úmidas do Pantanal representam um ambiente que permite o desenvolvimento da dinâmica dos ecossistemas e das relações entre espécies e habitats, apresentando sensibilidade no que diz respeito aos efeitos das mudanças climáticas, principalmente as relacionadas aos recursos hídricos (Lázaro e Oliveira Junior et al., 2020; Ikeda-Castrillon et al., 2022), ciclos biogeoquímicos através da dinâmica do carbono (Oliveira-Junior et al. 2021) e incêndios florestais (Dos Santos et al., 2023).

Dentre as ameaças ao Pantanal, é possível destacar os incêndios como um dos mais graves, os quais estão relacionados aos danos diretos a biodiversidade, aos habitats e aos processos ecológicos essenciais (Berlinc et al., 2022). Os incêndios estão aumentando devido às alterações climáticas e às práticas de gestão da terra induzidas pelo homem, tais como atear fogo aos campos após a época da colheita (Marques et al., 2021) e associado ao uso para o desmatamento ilegal de vegetação nativa para abertura de áreas de pastagens, que por vezes perdem o controle e tornam-se de grandes proporções (Libonati et al., 2021a; Pirajá et al., 2022). A conservação desses impactos é, de certa forma, mitigada pelas unidades de conservação, como as estações ecológicas, com o objetivo de garantir abrigos para a fauna e a flora. Estudos sugerem que áreas protegidas contribuíram, em grande parte, para a redução da vulnerabilidade a grandes incêndios devido às práticas de gestão e

conservação prevalecentes além do uso deliberado do fogo em circunstâncias controladas para fornecer barreiras naturais (Nelson e Chomitz, 2011; Pessoa et al., 2024).

Como exemplo para o Pantanal como um todo, pode-se destacar que a estiagem de 2019–2020, a pior em ~50 anos, com déficits de chuva, altas temperaturas e ventos dissecantes. Neste período o INPE registrou 7.727 focos entre jan–ago/2020 (alta de 211% em relação ao ano de 2019) e ocorrência de fogo inclusive em janeiro e fevereiro, meses tipicamente úmidos — condições que amplificaram a probabilidade e severidade de incêndios também em áreas úmidas como Taiamã.

A Estação Ecológica de Taiamã, presente no Pantanal possui forte dependência do pulso de inundação (Brasil, 2009; 2017); seu mosaico é dominado por batumes/campos flutuantes, campos inundados e floresta monoespecífica de *Erythrina fusca* (Frota et al., 2017), configuração que, em anos secos, expõe combustível fino e turfas à ignição. Esta Unidade de Conservação enfrenta desafios significativos relacionados a incêndios florestais, principalmente associado aos eventos de seca que o Pantanal vem apresentando (Lázaro e Oliveira Junior et al., 2020; Castrillon Ikeda et al., 2022).

Na Unidade, inventários arbóreos em duas parcelas permanentes (1 ha cada) mostraram perda de ~80% dos indivíduos e redução >50% da riqueza na comparação pré-fogo (2019) vs. dois meses após o megaincêndio de 2020, com mudança marcante na composição florística (Souza et al., 2024).

O presente estudo tem como objetivo analisar a ocorrência e a distribuição temporal dos incêndios registrados na Estação Ecológica de Taiamã e em sua zona de entorno (Campo de Taiamã), no período de 2000 a 2024, buscando identificar os padrões sazonais e interanuais do fogo na área. Pretende-se, com isso, gerar informações úteis para o aprimoramento de estratégias de prevenção e mitigação de incêndios, em sintonia com a conservação e a sustentabilidade do Pantanal. Parte-se da hipótese de que a ocorrência de incêndios na região concentra-se, sobretudo, nos meses de seca, entre agosto e outubro, em decorrência do regime hidrológico característico do bioma. Também se supõe que as alterações climáticas recentes, marcadas por déficits de precipitação e aumento das temperaturas, têm intensificado a frequência e a severidade dos incêndios. Além disso, os registros atípicos de incêndios em meses tipicamente úmidos, como janeiro e fevereiro de 2024, sustentam a hipótese de que mudanças nos padrões hidrológicos ampliam a

vulnerabilidade da Estação Ecológica de Taiamã, indicando um novo cenário de risco para este ecossistema singular.

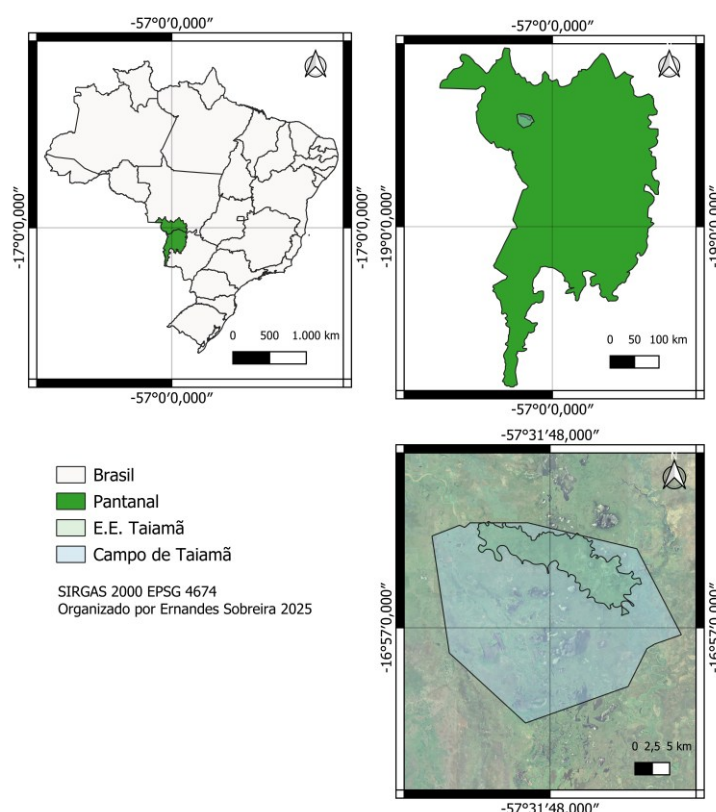
2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A Estação Ecológica de Taiamã, aqui definida como E.E. Taiamã (Figura 1), criada pelo Decreto nº 86.061, de 2 de junho de 1981, está localizada no município de Cáceres, Mato Grosso, inserida na planície pantaneira. Com aproximadamente 11.500 hectares, corresponde a uma ilha fluvial no curso do rio Paraguai e encontra-se sob influência direta do pulso de inundação, que regula a dinâmica ecológica regional. Essa unidade de conservação apresenta um mosaico de macrohabitats composto por campos flutuantes ou batumes ($\approx 48\%$), campos sazonalmente alagáveis ($\approx 23\%$), e formações florestais monoespecíficas de *Erythrina fusca* ($\approx 16\%$), além de lagoas, baías e cordilheiras (Frota et al., 2018).

Ao seu redor, a região conhecida como “Campo de Taiamã” funciona como zona de amortecimento natural, formada por campos sazonalmente inundáveis, que ampliam a heterogeneidade da paisagem e fornecem habitats essenciais à biodiversidade aquática e terrestre. Essa área de entorno é objeto de regulamentação específica: a Resolução CEPESCA nº 02/2018 estabelece a proibição da pesca ao redor da E.E. Taiamã, reforçando seu papel de proteção ecológica e garantindo a manutenção de processos hidrológicos e da integridade dos recursos pesqueiros.

Figura 1 - Mapa de Localização da Estação Ecológica de Taiamã.



Fonte: Autores (2024).

2.2. Análise de dados

Os dados foram obtidos por meio de observações por satélite - MODIS, incluindo informações como latitude, longitude, data e hora dos focos de calor. Importante frisar que, na maioria dos casos, os focos de calor captados pelos satélites se referem a alguma incidência de fogo. Em algumas poucas situações os focos captados se originam de algum erro no equipamento ou interferência no ambiente, como reflexo solar em superfície aquática. Realizou-se a contagem anual de focos de calor de 2000 a 2024, considerando o dia 01 de novembro de 2000 a 07 de fevereiro de 2024. Não foi possível obter os dados para o ano de 2022, possivelmente por algum problema técnico. Os dados foram obtidos na plataforma FIRMS – *Fire Information for Resource Management System*, considerando a área da E.E. Taiamã e um buffer de 10km.

Os dados foram solicitados para a plataforma e obtidos considerando o período supracitado. Os dados foram plotados utilizando o Excel para a análise temporal, e o

software Qgis® para a produção dos mapas. Uma análise dos anos de 2023 e 2024 foi feita separadamente para demonstrar as ocorrências mais recentes. Considerou-se a variável FRP (*Fire Reactive Potential*) como aquela designadora de ocorrência de foco de calor.

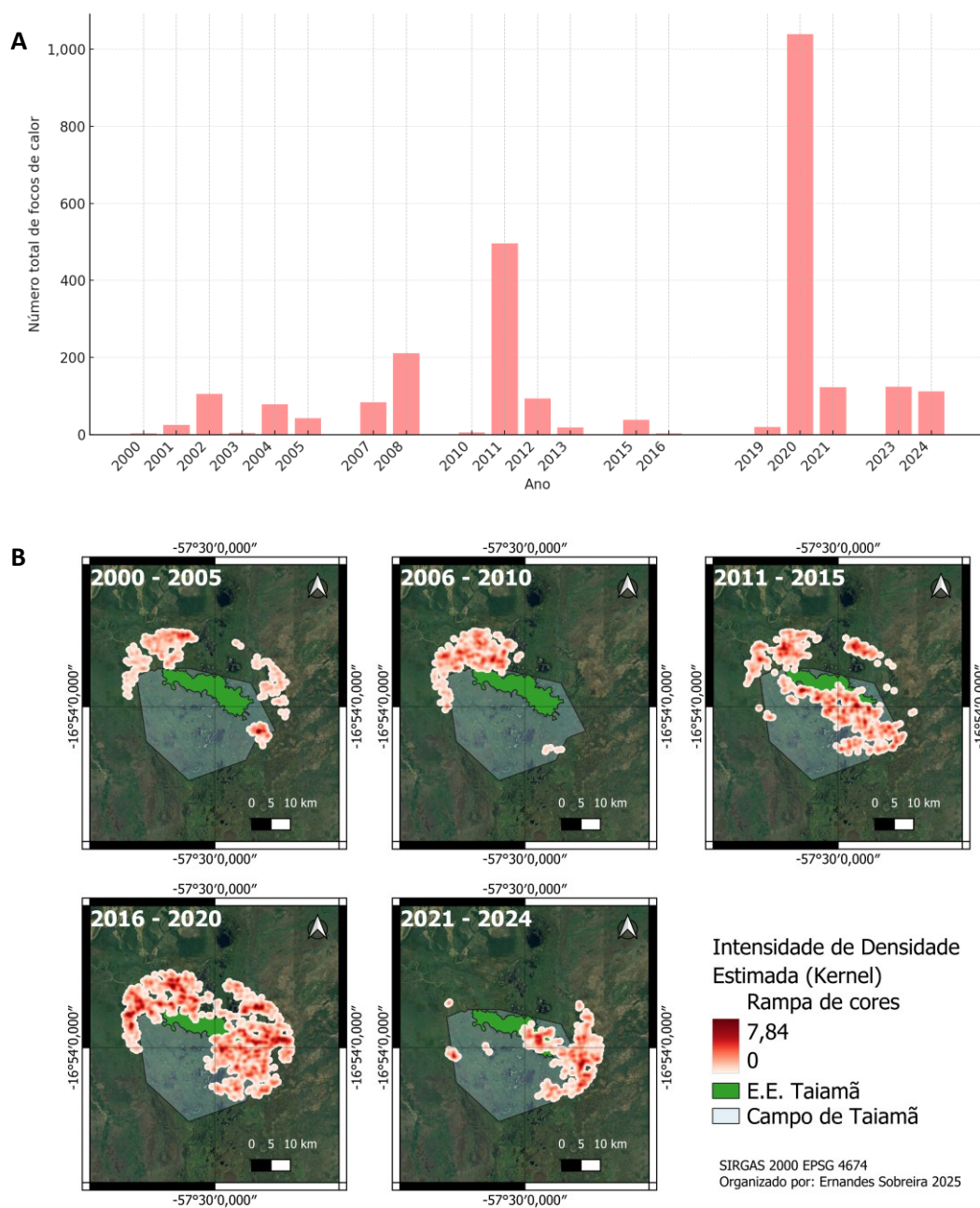
Focos de calor são detecções de anomalias térmicas feitas por satélites, indicando áreas com temperaturas elevadas anormais na superfície. Eles são usados como indicadores indiretos da ocorrência de incêndios florestais ou queimadas. Para analisar a distribuição espacial dos focos de calor foi utilizada a técnica de Estimativa de Densidade Kernel (KDE) no software QGIS® 3.42 para plotar a distribuição dos focos com um raio de até 1km.

O resultado do processamento gera uma superfície contínua (raster) em que cada célula recebe um valor numérico proporcional à intensidade da densidade estimada de focos de calor naquela área. Valores mais elevados (ex.: 7.84) não representam contagens absolutas de focos, mas sim a intensidade relativa de densidade, calculada pela sobreposição das influências dos pontos no raio definido. Assim, os mapas de calor obtidos indicam áreas críticas de maior persistência e concentração de focos de calor ao longo do tempo, permitindo comparações entre os diferentes períodos analisados (acumulados de 2000–2005, 2006–2010, 2011–2015, 2016–2020 e 2021–2024).

3. RESULTADOS

Os resultados indicaram uma variação expressiva na ocorrência de focos de calor ao longo da série histórica analisada. O ano de 2020 destacou-se como o mais crítico, com 1.040 focos de calor registrados, evidenciando um pico associado a condições de seca severa no Pantanal (Figura 2A e B). Em comparação, 2011 apresentou 496 focos e 2008 contabilizou 211, valores substancialmente menores. Já em anos mais recentes, como 2021 e 2023, observaram-se pouco mais de 100 focos, sugerindo uma redução temporária na incidência de queimadas (Figura 2 A e B).

Figura 2 - A) Número de ocorrências de focos de calor por ano. **B)** Mapa de localização dos focos de calor por ano. Note que vários anos estão sobrepostos por outros, o que destaca a ocorrência anual dos focos de calor em áreas corriqueiras, mas também em áreas em que nunca antes foram evidenciadas para esta variável.



Fonte: Autores (2024).

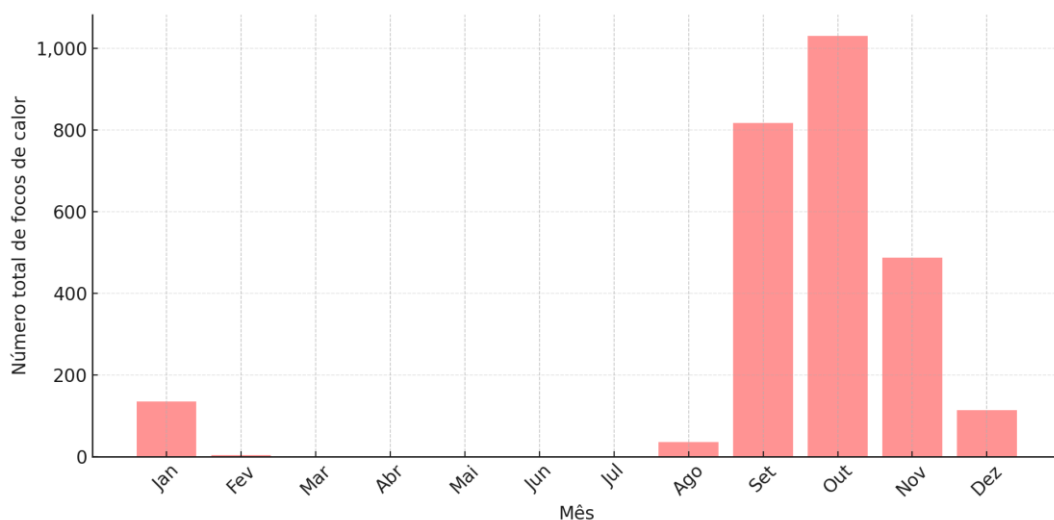
Neste período analisado ocorreram 2.622 casos de focos de calor na E.E. de Taiaã e seu entorno de 10 km, sendo que o mês de outubro foi aquele com maior número de ocorrências, seguido pelo mês de setembro e novembro (Tabela 1). Em suma, setembro e outubro são aqueles meses com maior ocorrência de focos de calor (Figura 3).

Tabela 1 - Meses de ocorrência de focos de calor na E.E. de Taiamã e seu entorno de 10km entre os anos de 2000 e 2024.

Meses	Ocorrências
Janeiro	135
Fevereiro	4
Março	0
Abril	0
Maio	0
Junho	0
Julho	0
Agosto	35
Setembro	817
Outubro	1031
Novembro	487
Dezembro	113
Total Geral	2622

Fonte: Autores (2024)

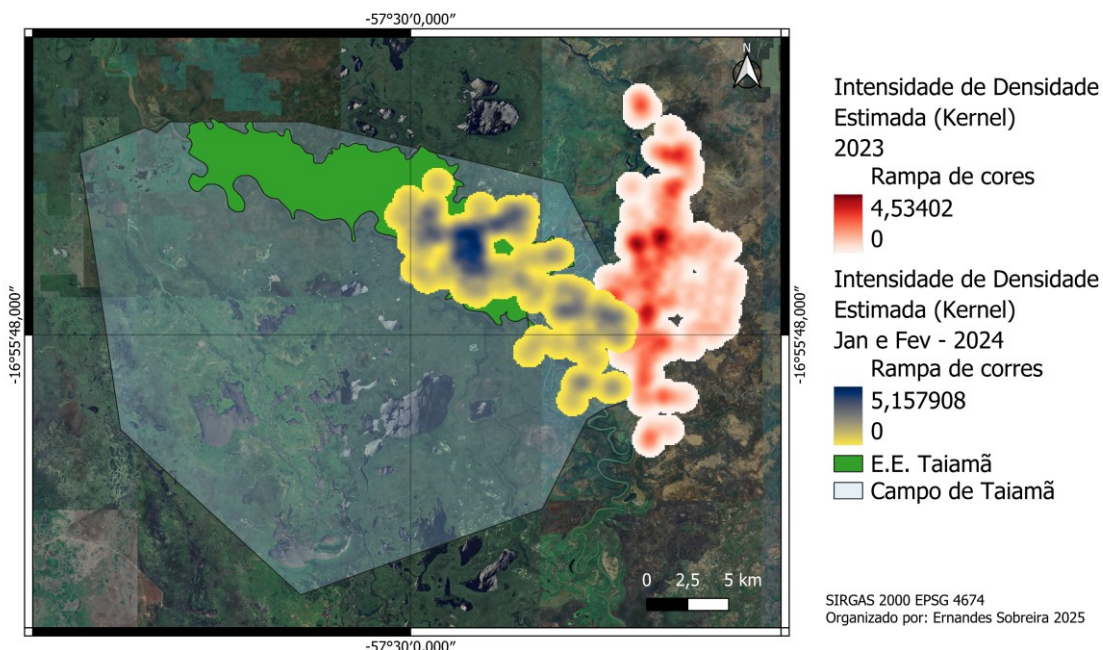
Figura 3 - Meses com ocorrência de focos de calor na E.E. de Taiamã e seu entorno de 10km entre os anos de 2000 e 2024.



Fonte: Autores (2024)

Embora vários focos de calor tenham sido registrados na região da E.E. de Taiamã e entorno, observa-se que os meses de janeiro estão pouco aparentes na figura acima. Entretanto, no ano de 2024, o número de focos de calor na região foi de 123 somente no mês de janeiro (Figura 4).

Figura 4 - Ocorrência de focos de calor no ano de 2023 e 2024 (até o dia 7 de fevereiro).



Fonte: Autores (2024)

Observa-se que uma grande parte das ocorrências dos focos de calor acontecem na parte mais ao sul da Estação Ecológica, mas com poucos focos na área de Campo de Taiamã. Outro ponto importante de se levar em consideração é que o ponto mais próximo da sede da Estação (mais ao norte da Unidade) não foi afetado durante todo o período analisado, o que corresponde a aproximadamente dois terços da Unidade de Conservação (ver Figura 2B).

4. DISCUSSÕES

A análise espacial realizada neste estudo evidencia que uma parte significativa dos focos de calor se distribuiu na região que circunda a Estação Ecológica de Taiamã, principalmente na porção sul da ilha, mas com menos intensidade na região conhecida como Campo de Taiamã. A E.E. Taiamã é formada por campos sazonalmente inundáveis (Frota et al., 2017), e a região do Campo de Taiamã pode ser uma zona de amortecimento para ações de incêndios florestais. De fato, a área do Campo de Taiamã, que circunda a Estação Ecológica de Taiamã e é composta por campos sazonalmente inundáveis, não possui reconhecimento normativo como uma unidade de conservação autônoma. A proteção

conferida ao seu entorno ocorre por meio de normativos como a Instrução Normativa IBAMA n.º 09/2009 e a Resolução CEPESCA n.º 02/2018, que proíbem a pesca nos limites externos da estação, reforçando sua função de área de amortecimento e proteção dos ecossistemas aquáticos. A variabilidade registrada ao longo dos anos — com focos tanto no entorno imediato quanto dentro da própria unidade — demonstra que a vulnerabilidade da Estação não se restringe ao seu interior, mas depende diretamente da dinâmica dos campos adjacentes e da intensidade da sazonalidade hidrológica.

Apesar de os incêndios no Pantanal se concentrarem nos meses secos (julho–setembro), a forte ocorrência em janeiro de 2024 — período historicamente úmido — evidencia uma ruptura preocupante dos padrões sazonais. Essa anomalia reflete as profundas transformações hidroclimáticas em curso: entre 1985 e 2021, a área alagada diminuiu cerca de 30%, com variabilidade climática explicando 96% das alterações no escoamento (Caballero et al., 2025). Esses desvios hidrológicos afetam diretamente ecossistemas sensíveis como os lagos de planície, cujas dinâmicas respondem de forma crítica às mudanças interanuais nos regimes de inundação (Rasbold et al., 2025). Além disso, anos com secas antecipadas e/ou prolongadas em planícies alagáveis podem causar ativações de papel combustível crítico (Nolan et al., 2020), contribuindo para incêndios atípicos como o de janeiro de 2024. Essa ocorrência inédita evidencia que os modelos de previsão baseados em sazonalidade tradicional podem não ser mais suficientes para orientar o manejo e prevenção do fogo no Pantanal. Esses resultados aqui apresentados reforçam a urgência de revisar os modelos de manejo do fogo, considerando que secas não convencionais podem ocorrer fora da temporada tradicional, aumentando a vulnerabilidade do bioma como um todo.

De fato, observa-se que com a diminuição do nível de inundação no Pantanal (Lázaro e Oliveira-Júnior et al 2020), grandes quantidades de material orgânico seco ficam expostas, levando ao aumento do risco de ocorrência de incêndios (Marques et al., 2021; Libonati et al 2021b). Isto não só permite a ignição, mas também prolonga a época de incêndios, aumentando o potencial de queima durante um período mais extenso ao longo do ano. Isso confere relevância ao fenômeno. Os regimes hídricos no controle do fogo sustentam o forte impacto direto relacionado às mudanças climáticas e à atividade humana (Fréjaville e Curt, 2017), e isso reflete no ecossistema pantaneiro.

A maior parte do Pantanal queimou pelo menos uma vez nos últimos vinte anos, nunca houve tantos focos de calor entre janeiro e agosto quanto o registrado em 2020, registro da pior seca no Pantanal em cerca de 50 anos e a estação chuvosa registrou entre 50 e 60% menos chuva do que o normal (Correa et al., 2022; Marengo et al., 2021). Anos mais chuvosos apresentam menor número de incêndios, isso é bastante observado (e.g. Brown et al 2008). No Pantanal, em 2014 e 2018 – anos mais úmidos, por exemplo, foram anos com menos incêndios, ao contrário do ano de 2019 – mais seco (Teodoro et al., 2022). Estudos demonstram que as áreas mais vulneráveis para a ocorrência de incêndios florestais no Pantanal são as áreas de Cáceres e Poconé no Mato Grosso, e Corumbá no Mato Grosso do Sul (Pelissari et al., 2023), o que ampara ainda mais a necessidade de Unidades de Conservação que possam garantir o manejo adequado de área.

A dinâmica do fogo em áreas úmidas demanda estratégias integradas que considerem manejo hídrico, prevenção e combate, bem como cooperação intersetorial, de forma a lidar com fatores imediatos e estruturais (Robinne et al., 2022). Dada a dinâmica singular do fogo no Pantanal, é importante adotar uma gestão integrada do fogo que articule manejo hídrico, educação ambiental, prevenção ativa, resposta a emergências e colaboração intersetorial reunindo conhecimento ecológico, científico, local e cultural (Pivello et al., 2021). Esta integração busca reduzir os impactos dos incêndios ao combinar diversos saberes com estratégias operacionais e metas claras em valor conservacionista, principalmente levando em consideração o elo entre ambientes. Exemplos clássicos podem ser observados na Bacia do Alto Paraguai, onde experiências de mais de três décadas em recuperação de nascentes indicam a interdependência entre planalto e planície, evidenciando que pressões externas podem amplificar os efeitos dos incêndios (Leão et al., 2022; Leão e Ikeda-Castrillon, 2024).

A variabilidade espacial a longo prazo da origem dos incêndios, tanto humana como natural, aponta para a complexidade do problema, o que impede uma abordagem multilinear à sua gestão (Marques et al., 2021; Öztürk et al., 2024). Devido ao impacto dos incêndios florestais na Estação Ecológica de Taiamã, observa-se que há a necessidade de atuação dos setores públicos (através da fiscalização, monitoramento e gestão), privados (através do fomento às atividades para a preservação dos serviços ecossistêmicos) e de outras organizações, como ONGs e Institutos ambientais (através das ações de educação

ambiental e restauração ecológica) (Schultz e Moseley, 2019; Thompson et al., 2020; Smith et al., 2024; Valente et al., 2024). Acreditamos que a sensibilização da importância desta unidade de conservação para o Pantanal promoverá a sua permanência sustentável.

Os estudos sugerem abordar a gestão dos recursos hídricos como um dos componentes-chave na prevenção dos incêndios no Pantanal (Martins et al., 2022; Barros-Rosa et al., 2025). Ações nas partes altas da planície circundante, principalmente naquelas que protegem a cabeceira que abastece a região, são importantes para garantir a sustentabilidade hídrica do Pantanal (Bergier, 2013). Isto contribui, por sua vez, não só na prevenção de ocorrências de incêndios, mas também na manutenção da biodiversidade e de outros serviços ecossistêmicos associados ao ecossistema (Alho et al., 2019; Tomas et al., 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam que a Estação Ecológica de Taiaí e sua zona de campo (Campo de Taiaí) apresentam alta recorrência de incêndios, com registros anuais contínuos no período de 2000 a 2024. A sazonalidade do fogo foi marcada pela maior concentração de ocorrências entre os meses de agosto e outubro, em consonância com o regime de estiagem característico do Pantanal. No entanto, a detecção de focos em períodos atípicos, como em janeiro de 2024, demonstra a crescente imprevisibilidade da dinâmica do fogo, mesmo em meses historicamente úmidos.

A intensidade excepcional observada em 2020 confirma a vulnerabilidade da área em anos de seca severa, mas a variabilidade interanual também revela que a pressão do fogo não se restringe a eventos extremos isolados. A ocorrência de focos tanto no interior da Estação quanto em sua zona de campo indica que a proteção da ilha depende diretamente da integridade dos campos sazonalmente inundáveis que a circundam, os quais funcionam como barreira natural, mas também se tornam áreas críticas em períodos prolongados de seca.

Assim, a análise temporal dos incêndios em Taiaí robustece a necessidade de monitoramento contínuo e manejo preventivo, especialmente voltados para os períodos de maior risco e para a antecipação de eventos fora da sazonalidade tradicional. A persistência

e a dispersão espacial dos incêndios ao longo de mais de duas décadas destacam a relevância da Estação Ecológica de Taiamã como um laboratório natural para compreender a dinâmica do fogo no Pantanal, subsidiando estratégias de conservação e gestão adaptativa frente às mudanças ambientais em curso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério Público do Estado de Mato Grosso pelo suporte para a realização de pesquisas científicas em conjunto com a Universidade do Estado de Mato Grosso.

REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R.; REZENDE, C. L.; PEREIRA, R.; OLIVEIRA, L. C. Fire in the Pantanal: ecosystem services as a bridge for conservation and development. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 4, p. 711-720, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.212711>.
- BARROS-ROSA, L. M.; PEREIRA, P. A.; SOUZA, C. F. et al. Análise temporal das queimadas e internações respiratórias no Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde Ambiental**, v. 47, p. 22-34, 2025.
- BERGIER, I. O Pantanal e o aquecimento global: impactos previstos e medidas de adaptação. **Ciência & Cultura**, v. 65, n. 4, p. 45-51, 2013. DOI: <https://doi.org/10.21800/S0009-67252013000400014>.
- BERLINCK, C. N.; PEREIRA, A. A.; LIMA, F. G. et al. Climate change and fire regimes in Brazilian wetlands. **Wetlands Ecology and Management**, v. 30, p. 355-370, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11273-022-09870-9>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília: MMA, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 09, de 23 de setembro de 2009. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, 2009.
- BROWN, I. F.; SCHNEIDER, L. C.; SANTOS, J. C. et al. Fire and deforestation in the Amazon. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 2, p. 139-149, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892908004894>.
- CABALLERO, E.; PEREIRA, R. A.; LOPES, D. R. et al. Fire dynamics and climate variability in South America. **Climatic Change**, v. 170, n. 3, p. 421-439, 2025.

CORRÊA, R. C.; PESSOA, C. P.; MOURA, T. A. et al. Vulnerabilidade populacional às queimadas na Amazônia Legal. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 6, p. 1-15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00029421>.

DOS SANTOS, D. A.; RIBEIRO, M. A.; OLIVEIRA, J. C. et al. Air pollution from fires and public health in Brazil. **Environmental Research**, v. 221, p. 115-134, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115134>.

FRÉJAVILLE, T.; CURT, T. Seasonal changes in the human alteration of fire regimes beyond the climate forcing. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 3, p. 035006, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5aff>.

FROTA, A. V. B.; GOMES, L. C.; SILVA, C. J. Inventários arbóreos e caracterização de habitats no Pantanal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 2, p. 290-302, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062016abb0373>.

FROTA, A. V. B.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, C. J. Mosaico de habitats e conservação no Pantanal mato-grossense. **Biodiversidade Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 45-58, 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR/article/view/1052>.

IKEDA-CASTRILLON, S. K.; LEÃO, T. C.; PIVELLO, V. R. et al. Wetlands on fire: dynamics of fire occurrence in Brazilian wetlands. **Science of the Total Environment**, v. 823, p. 153-164, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153164>.

LÁZARO, W. L.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PEREIRA, G. et al. The 2020 Pantanal fire crisis: impacts and lessons learned. **Remote Sensing**, v. 12, n. 23, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12233957>.

LEÃO, T. C.; IKEDA-CASTRILLON, S. K. Queimadas no Pantanal: desafios de manejo e conservação. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 27, p. 1-17, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20230134vu2024L6AO>.

LEÃO, T. C.; PIVELLO, V. R.; MIRANDA, H. S. et al. Fire regimes and biodiversity in Brazilian wetlands. **Biological Conservation**, v. 268, p. 109-119, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109119>.

LIBONATI, R.; PEREIRA, J. M. C.; SILVA, P. S. et al. Analyzing the role of climate and human drivers on fire occurrence in Brazil. **Global Change Biology**, v. 27, p. 4690-4703, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.15715>.

LIBONATI, R.; PEREIRA, J. M. C.; SILVA, P. S. et al. The extreme 2020 Pantanal fires: climate, land use and policy drivers. **Science Advances**, v. 7, n. 35, p. 1-9, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf9415>.

MARENGO, J. A.; SOUZA, C. M.; THOMPSON, M. et al. Extreme drought and fire in the Pantanal. **Weather and Climate Extremes**, v. 32, p. 100-112, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100112>.

MARQUES, C. A.; SANTOS, A. R.; GOMES, J. S. et al. Avaliação dos efeitos das queimadas sobre a saúde pública no Pantanal. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, p. 1-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210034>.

MARTINS, G. A.; LIMA, J. A.; PEREIRA, F. L. Queimadas e impactos em internações hospitalares por doenças respiratórias. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 12-22, 2022. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004300>.

MEDEIROS, H. R.; YOUNG, C. E. F. Conservação da biodiversidade e uso sustentável no Pantanal. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 182-189, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4322/natcon.2011.023>.

NELSON, C. R.; CHOMITZ, K. M. Fire prevention in tropical forests. **World Bank Policy Research Paper**, n. 5330, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5330>.

NOLAN, R. H.; BLACKMAN, C. J.; DE DIOS, V. R. Fire regimes in South American wetlands. **Nature Communications**, v. 11, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14541-z>.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. S.; BERGEN, T. V.; ABEN, R. et al. Water hyacinth's effect on greenhouse gas fluxes: a field study in a wide variety of tropical water bodies. **Ecosystems**, v. 23, p. 1227-1241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00459-9>.

ÖZTÜRK, T.; KAYA, G.; DEMIR, O. et al. Climate change and wildfire risk in South America. **International Journal of Climatology**, v. 44, p. 2275-2290, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.8687>.

PÁDUA, C. V.; CHIARAVALLOTI, R. M. **Pesquisa e conhecimento na gestão de unidades de conservação**. In: CASES, M. O. (org.). Gestão de unidades de conservação: compartilhando uma experiência de capacitação. Brasília: WWF-Brasil / IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas, 2012. p. 139–155.

PELISSARI, D. M.; MARTINS, G. R.; ALVES, F. et al. Vulnerabilidade social e saúde respiratória no contexto de queimadas no Pantanal. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 31, n. 2, p. 1-12, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-462X202331020147>.

PESSÔA, C. P.; CORRÊA, R. C.; MOURA, T. A. et al. Vulnerabilidade da população exposta à fumaça de queimadas. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 48, p. e22-e29, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.22>.

PIRAJÁ, R.; SANTOS, D. A.; RIBEIRO, A. C. et al. Impacts of fire on health and ecosystems in South America. **Science of the Total Environment**, v. 888, p. 164-172, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164172>.

PIRAJÁ, R.; SANTOS, D. A.; RIBEIRO, A. C. et al. Monitoring wildfires in South America: lessons from the Pantanal. **Remote Sensing Applications**, v. 26, p. 100-120, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100735>.

PIVELLO, V. R.; MIRANDA, H. S.; CARMO, J. B. et al. Understanding Brazil's fire problem: causes, impacts, and management. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, p. 307-321, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.05.001>.

RASBOLD, L.; TEIXEIRA, J. A.; COSTA, M. P. et al. Dynamics of fire occurrence in Brazil's wetlands under climate change. **Ecological Indicators**, v. 156, p. 110-128, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110128>.

ROBINNE, F.; FLANNIGAN, M. D.; ANDERSON, K. R. et al. Fire management and public health: international lessons. **Forest Policy and Economics**, v. 137, p. 102-116, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102116>.

SCHULTZ, C.; MOSELEY, C. Community-based fire management and health co-benefits. **International Journal of Wildland Fire**, v. 28, p. 785-796, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1071/WF18134>.

SILVA, D. R.; MOURA, F. R.; ALMEIDA, J. F. et al. Tuberculosis, air pollution and fire smoke in South America. **Journal of Pulmonology**, v. 50, n. 3, p. 225-232, 2024.

SMITH, J.; THOMPSON, M.; GARCIA, E. et al. Fire and health risks in vulnerable populations. **Lancet Planetary Health**, v. 8, n. 2, p. e112-e120, 2024. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00012-4).

SOUZA, P. H.; PEREIRA, D. S.; MORAES, A. R. Queimadas e impactos sobre comunidades tradicionais do Pantanal. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 18, n. 1, p. 1-15, 2024.

TEODORO, C. G.; ALMEIDA, S. S.; LOPES, P. R. Queimadas, clima e saúde pública: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, n. 2, p. 55-74, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v28i0.83894>.

THOMPSON, M.; MARINGA, J.; LEE, D. et al. Fire occurrence and community vulnerability in South America. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 51, p. 101-110, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101110>.

TOMAS, W. M.; DESBIEZ, A. L. J.; SANTOS, S. A. et al. Sustainability and conservation challenges in the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 4, p. 705-710, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.21271>.

VALENTE, F.; LAURINI, M. The dynamics of fire activity in the Brazilian Pantanal: a Log-Gaussian Cox process-based structural decomposition. **Fire**, v. 7, n. 5, p. 1-26, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/fire7050170>.