

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL - BACHARELADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no formato de artigo e nas normas da revista
Geografia (Londrina) da Universidade Estadual de Londrina

**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS E QUEIMADAS NA APA BAÍA NEGRA,
PANTANAL-MS**

Amanda Araujo de Souza

**DOURADOS-MS
2024**

Amanda Araujo de Souza

**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS E QUEIMADAS NA APA BAÍA NEGRA,
PANTANAL-MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais como
requisito para obtenção do título de Bacharel em
Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Joelson Gonçalves Pereira

**DOURADOS-MS
2024**

Amanda Araujo de Souza

**DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS E QUEIMADAS NA APA BAÍA NEGRA,
PANTANAL-MS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Joelson Gonçalves Pereira

Aprovado em: 27/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
JOELSON GONCALVES PEREIRA
Data: 11/03/2024 19:41:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Joelson Gonçalves Pereira
Orientador - Universidade Federal da Grande Dourados



Prof. Dr. Jairo Campos Gaona
Examinador - Universidade Federal da Grande Dourados



Prof. Dr. Sandro Menezes Silva
Examinador - Universidade Federal da Grande Dourados

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero parabenizar a mim mesma por alcançar mais uma etapa na minha vida acadêmica. Gostaria de expressar minha gratidão à minha mãe, minha irmã e minha sobrinha. Pois vocês são minha família, meu apoio, e sou imensamente grata por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim. Embora não possa compartilhar este momento com meu pai, espero que onde quer que ele esteja, ele celebre este marco em minha vida e sinta-se orgulhoso de sua filha!

Agradeço ao meu orientador, “Jojo”, por ter paciência comigo durante quatro anos de graduação e por aceitar me orientar. Sou profundamente grata ao “Jojo”, “Sandrinho”, “Canjão” e “Jairinho” por serem excelentes profissionais em sala de aula e em campo, e por terem sido como figuras paternas em minha vida. Não poderia deixar de mencionar as professoras Simone e “Zefinha”, mulheres admiráveis das quais me espelho e espero me tornar uma profissional tão competente quanto vocês!

Gostaria também de agradecer aos meus amigos por terem me dado todo apoio durante essa caminhada. Liz, Ney, Gih, Marton, Susu, Erick, Regiane, “Bee”, Aline, Gêmeas, Joel, “Julhão”, Duds, Tata, Tamires, Bia, Karinny, Letícia, aos meus demais amigos gestores e biólogos, às minhas amigas do insano, e aos meus amigos do vôlei, vocês fizeram toda a diferença na minha vida!

Encerro esta jornada na graduação, mas levo cada um de vocês comigo em minha caminhada. O apoio e a amizade foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional, e por isso, meu mais sincero obrigada! Amo cada um de vocês.

Espero cumprir com o meu papel de gestora ambiental e continuar partilhando a vida boa com cada um de vocês!

DIAGNÓSTICO DOS INCÊNDIOS E QUEIMADAS NA APA BAÍA NEGRA, PANTANAL-MS

Amanda Araujo de Souza¹
Joelson Gonçalves Pereira²

RESUMO

O Pantanal enfrenta desafios ambientais devido ao aumento na frequência e intensidade de queimadas e incêndios florestais, gerando preocupações sobre o impacto na biodiversidade, especialmente no contexto das mudanças climáticas. Este estudo teve como objetivo analisar a frequência dos incêndios nos anos de 2012, 2019, 2020 e 2022 na APA, propondo medidas preventivas para a gestão ambiental e contribuindo para a atualização do Plano de Manejo, incluindo um Plano de Proteção Contra Incêndios. Por meio de geoprocessamento, processamento de imagens Landsat 8 OLI/TIRS e observações de campo, identificamos e quantificamos os incêndios na APA entre 2010 e 2023. Os resultados apontaram quatro anos de incêndios (2012, 2019, 2020 e 2022), totalizando 3.469,8 ha afetados, com uma incidência crescente nos últimos cinco anos (2019-2022). Esse aumento correlacionou-se ao período em que o nível do rio Paraguai permaneceu abaixo da média histórica, evidenciando uma relação direta entre a intensificação dos incêndios e condições ambientais desfavoráveis. A dinâmica desses eventos foi atribuída à combinação de fatores, como biomassa exposta, ausência de inundação, estiagem prolongada e acesso facilitado de pessoas ao interior da APA. Esses resultados destacam a urgência de medidas preventivas para proteger a biodiversidade e sustentar as comunidades locais, ressaltando a importância do combate efetivo aos incêndios na preservação dos ecossistemas diante dos desafios climáticos.

Palavras-chaves: Unidades de conservação, Geotecnologias e Gestão Ambiental.

ABSTRACT

The Pantanal faces environmental challenges due to the increase in the frequency and intensity of wildfires, raising concerns about the impact on biodiversity, especially in the context of climate change. This study aimed to analyze the frequency of fires in the years 2012, 2019, 2020, and 2022 in the APA, proposing preventive measures for environmental management and contributing to the update of the Management Plan, including a Fire Protection Plan. Through geoprocessing, Landsat 8 OLI/TIRS image processing, and field observations, we identified and quantified fires in the APA between 2010 and 2023. The results indicated four years of fires (2012, 2019, 2020, and 2022), totaling 3,469.8 hectares affected, with an increasing incidence in the last five years (2019-2022). This increase correlated with the period in which the Paraguay River level remained below the historical

¹ Acadêmica em Gestão Ambiental na Universidade Federal da Grande Dourados. Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados/Itahum, km 12, Unidade II, Caixa Postal: 364, CEP: 79.804-970, Dourados, MS. E-mail: amanda.souza035@academico.ufgd.edu.br

² Professor adjunto da Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: joelsonpereira@ufgd.edu.br

average, highlighting a direct relationship between the intensification of fires and unfavorable environmental conditions. The dynamics of these events were attributed to a combination of factors such as exposed biomass, absence of flooding, prolonged drought, and facilitated access of people to the interior of the APA. These results emphasize the urgency of preventive measures to protect biodiversity and sustain local communities, underscoring the importance of effectively combating fires in preserving ecosystems in the face of climate challenges.

Keywords: Conservation Units, Geotechnologies and Environmental Management.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais causam impactos significativos na biodiversidade, no ciclo hidrológico, no ciclo do carbono na atmosfera e no solo, resultando em perdas econômicas, despesas e externalidades adversas para a comunidade (IBAMA, 2009). Embora as queimadas naturais ocorram em menor escala, cerca de 90% dos casos são provocados pelo homem (Florenzano, Teresa Gallotti, 2011).

Os eventos de queimadas, que têm sido objeto de diversas análises, apresentam numerosas origens. No entanto, as mais recorrentes e alarmantes estão vinculadas à intervenção humana, especialmente por meio de práticas desenvolvidas no meio rural (Ribeiro, G. A. 2004), relacionadas à cultura do fogo como método de repelir insetos, a renovação de pastagem como forma de limpeza, assim como a expansão de áreas para criação de gado e ainda há outras causas que não podem ser controladas, como focos acidentais por material incandescente.

As queimadas representam uma ameaça crítica que permeia o pilar da sustentabilidade. A liberação intensiva de poluentes durante os incêndios, como material particulado e gases nocivos, amplia casos de doenças respiratórias, enquanto a perda de insumos vitais para comunidades ribeirinhas, a alteração nos padrões de chuva e o empobrecimento do solo desestabilizam ecossistemas e afetam a economia local.

A maior ameaça reside na proteção da biodiversidade, com flora e fauna sendo severamente afetadas, resultando em extinção localizada de espécies, fragmentação da vegetação e comprometimento de habitats (Ribeiro, G. A. 2004). A urgência de ações assertivas para conter esse ciclo de degradação é evidente, considerando as respostas imediatas e de longo prazo necessárias para preservar a biodiversidade e a sociedade como um todo.

No território brasileiro, a frequência de incêndios florestais e queimadas apresenta um aumento significativo entre os meses de agosto a novembro (IBAMA, 2022). No Pantanal, verifica-se que os eventos de incêndios são mais frequentes no período de alta estiagem, que compreende os meses de agosto a outubro. Nesse sentido, a interação entre o período de seca, caracterizado pelos eventos térmicos acentuados, e as características da vegetação pantaneira desempenham um papel crucial na ampliação das áreas sujeitas a incêndios (Moreira, Aline Paiva, et al, 2021). É importante ressaltar que o Pantanal possui

um ciclo hidrológico natural de inundação e seca, no qual os incêndios ocorrem após a estiagem.

A compreensão do ciclo hidrológico do Pantanal, associado ao período de estiagem, desempenha um papel essencial na implementação de estratégias de prevenção dos incêndios. Nesse contexto, a utilização de técnicas avançadas de sensoriamento remoto e geotecnologias tornam-se imprescindíveis no enfrentamento desse desafio. A capacidade de detectar e monitorar incêndios, mapear suas áreas de ocorrência e identificar padrões sazonais oferecem uma vantagem significativa para a gestão ambiental, contribuindo de forma decisiva para os processos de tomadas de decisões precisas.

A Área de Proteção Ambiental (APA) Baía Negra, localizada em Ladário, consiste numa unidade de conservação (UC) conforme diretrizes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) de 2000, estando inserida no Pantanal. Classificada como UC de uso sustentável, em seu interior podem ser conciliadas a proteção ambiental com o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis, desde que previstas no seu Plano de Manejo, garantindo, assim, meios de subsistência para os moradores locais.

Nos últimos anos, a área enfrentou desafios significativos decorrentes do aumento alarmante de incêndios que assolam as áreas de vegetação nativa. Esses incêndios não apenas causaram danos ambientais devastadores, degradando os ecossistemas locais e comprometendo a biodiversidade, mas também tiveram um impacto direto e prejudicial nos meios de subsistência dos moradores da região. Conforme relatado pelos próprios moradores locais, a perda associada ao extrativismo foi profundamente sentida, envolvendo o cultivo do arroz vermelho, que faz parte da cultura culinária pantaneira. Além disso, o incêndio também afetou negativamente o Jaracatiá, espécie essencial utilizada na produção de doces por alguns membros da comunidade APA Baía Negra. Essas perdas não apenas representam impactos econômicos diretos para os habitats locais, mas também ameaçam a preservação das práticas culturais e tradicionais que são intrinsecamente ligadas à identidade e ao modo de vida dessas comunidades, como também ameaça ambientes naturais essenciais para a fauna e a flora local.

A ameaça aos ambientes naturais também impactou o comportamento das onças. Segundo relatos dos moradores, o avistamento desses animais próximo de suas residências tornou-se mais frequente após as queimadas. A possível explicação para esse comportamento está ligada à escassez de alimentos nas matas devido aos incêndios, afetando diretamente a disponibilidade de presas naturais. Como predador de topo de cadeia, a redução na oferta de alimento levou as onças a se aproximarem das residências em busca de alimento, resultando em ataques aos cães dos moradores da APA. Essa interconexão destaca as complexidades das relações entre incêndios, a ecologia local e o

comportamento da fauna, enfatizando a necessidade de abordagens abrangentes para preservação da área.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo compreender a dinâmica das queimadas e incêndios ocorridos nos anos de 2012, 2019, 2020 e 2022 na APA Baía Negra e propor medidas preventivas dentro do escopo dos instrumentos de gestão ambiental, contribuindo assim com informações relevantes para a eventual atualização do Plano de Manejo.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

A ocorrência do fogo demanda a compreensão de que a combustão da madeira em um incêndio requer a presença de três fatores essenciais: calor (para iniciar e manter o processo de queima), ar (para sustentar as chamas) e combustível (para promover a queima). Esses elementos formam o denominado triângulo do fogo (Ribeiro, G. A. 2002). A ausência de um desses componentes impede a ignição da combustão e, consequentemente, inibe o fogo.

A compreensão das queimadas e incêndios no Pantanal exige uma análise abrangente. Esta compreensão ressalta a urgência de uma análise aprofundada dos fatores ambientais que condicionam as queimadas, bem como da capacidade de recuperação da vegetação afetada pelo fogo. Essa análise é crucial para embasar medidas eficazes de gestão e prevenção desses eventos, reconhecendo a complexidade das interações ecológicas envolvidas no contexto pantaneiro (Santos, J. M. C. 2021).

As causas dos incêndios florestais, embora variadas, se encontram em um grupo reduzido de fatores, com destaque para as atividades humanas, especialmente aquelas realizadas em áreas rurais. Os agentes causadores de danos ao ambiente apresentam variações significativas entre países e regiões, incluindo intempéries climáticas e atividades antrópicas. Entre as atividades humanas, o uso irresponsável do fogo emerge como o principal agente de danos, provocando transformações de difícil compreensão e muitas vezes desconhecidas, dada a complexidade dos fatores envolvidos no processo de combustão e no comportamento do fogo (Ribeiro, G. A. 2004).

Conforme a Norma Técnica nº 45 (NT-45) do Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso do Sul, que trata de medidas para prevenção e combate a incêndios florestais, o incêndio florestal é caracterizado como um fogo não controlado e não planejado que afeta a vegetação nativa ou cultivada, demandando resposta imediata ou outras ações determinadas pelas instituições responsáveis pela gestão da área afetada. No entanto, a queimada é definida como uma prática tradicional de limpeza de áreas para atividades agropastoris, realizada sem autorização ambiental.

Já a queimada controlada envolve o uso intencional do fogo em atividades agropastoris ou florestais, em áreas com limites físicos previamente definidos. Por fim, a queima prescrita é uma prática planejada, monitorada e autorizada pelo órgão ambiental competente, visando à conservação, pesquisa científica, tecnológica e manejo em áreas específicas conforme definido no plano de manejo integrado do fogo.

Segundo Ribeiro (2002), a classificação dos incêndios florestais abrange três categorias: incêndios subterrâneos, superficiais e incêndios de copa. No contexto da Área de Proteção Ambiental (APA) Baía Negra, a ocorrência de incêndios é predominante na forma subterrânea, uma vez que os incêndios florestais subterrâneos estão associados a regiões onde há presença de grande acúmulo de material orgânico abaixo da superfície do solo. Esse tipo de incêndio torna-se uma preocupação particular em áreas de várzeas, de manguezais e depósitos de turfa, que representam reservatórios naturais de matéria orgânica.

Normalmente, os incêndios subterrâneos são precedidos por incêndios superficiais. No entanto, é importante salientar que a intensidade do calor gerado e o potencial de destruição desses incêndios subterrâneos são consideráveis.

Soares e Batista (2007) destacam que a propagação desse tipo de incêndio ocorre de maneira lenta, com baixa produção de fumaça e ausência de chamas visíveis, sendo assim a detecção desse tipo de incêndio desafiadora. No entanto, ele acarreta danos significativos às raízes e à fauna do solo, resultando na morte desses organismos e, consequentemente, na perda de árvores afetadas.

Para Schumacher e Dick (2014) incêndios florestais têm potencial para causar danos diretos e indiretos à fauna que habita florestas. Os impactos diretos sobre os animais são influenciados pela mobilidade e pela presença de abrigos protetores. Animais jovens e ovos são mais suscetíveis aos efeitos adversos, que geralmente resultam do calor intenso, da exposição à fumaça e da redução do oxigênio. O fogo pode ocasionar a morte direta de animais e aves silvestres, destruindo seus ninhos, habitats naturais e fontes de alimento. Predadores de topo da cadeia e animais territoriais são frequentemente grandes vítimas dos incêndios. Os danos diretos manifestam-se pela mortalidade de animais que não conseguem escapar das chamas.

Segundo Miller (2000), o fogo tem o potencial de alterações drásticas e imediatas na composição vegetal, resultando na eliminação de algumas espécies e no surgimento de outras previamente ausentes. Os impactos causados por incêndios na vegetação estão intrinsecamente relacionados à intensidade do fogo, sua duração, bem como às características das árvores afetadas, como espécie e idade. Em geral, árvores de porte médio a grande tendem a resistir ao fogo, enquanto mudas e plantas de menor porte frequentemente sofrem danos letais, especialmente em condições de solo e combustível

secos. A vulnerabilidade das árvores jovens é acentuada pela relação entre o aquecimento ser diretamente proporcional ao conteúdo de umidade da casca e inversamente proporcional à espessura desta.

A prevenção e combate a incêndios florestais representam desafios cruciais na proteção de ecossistemas e recursos naturais. Estratégias eficazes, como o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), são fundamentais para reduzir a frequência e intensidade desses eventos. Estudos, exemplificados por Florenzano (2011), destacam a utilidade de imagens de satélite na identificação e monitoramento de áreas afetadas pelas queimadas. Além de contribuir para a compreensão das mudanças climáticas, a detecção de queimadas desempenha papel crucial na preservação ambiental. Conscientizar os atores sociais sobre os riscos do uso indiscriminado do fogo é essencial para evitar incêndios criminosos, classificados como crimes ambientais pela Lei nº 9.605/1998. Assim, a prevenção e combate efetivo a incêndios tornam-se pilares fundamentais na salvaguarda dos ecossistemas.

Os sistemas de monitoramento de queimadas são instrumentos essenciais para registrar a ocorrência de focos e cicatrizes resultantes do fogo em diversas regiões. O INPE desempenha um papel fundamental no monitoramento de queimadas desde a década de 1980, aprimorando continuamente um sistema que utiliza imagens de sensores em satélites polares e geoestacionários. Esses pontos geográficos, denominados "focos de calor", são identificados por sensores espaciais ao captarem temperaturas superiores a 47 °C e áreas com dimensão mínima de 900 m² na superfície do solo. Esses dados são atualizados a cada três horas, todos os dias do ano, permitindo um acompanhamento preciso e contínuo da atividade de queimadas em diversas regiões. (Gontijo, Gustavo Antomar Batista, et al. 2011; INPE, 2017).

O MapBiomas Fogo utiliza dados mensais e anuais de cicatrizes de queimadas, que representam áreas recentemente afetadas por incêndios ou sujeitas a sombreamento, apresentando uma baixa taxa de refletância em todas as faixas espectrais (Anderson, Liana Oighenstein, et al., 2005). Este sistema abrange todo o território brasileiro, utilizando mapas de referência do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e dados de focos de calor do INPE (MapBiomas, 2019). Além dessas iniciativas de monitoramento, o Instituto Homem Pantaneiro (IHP) desempenha um papel crucial na prevenção de incêndios, por meio do Projeto Abrace o Pantanal. Utilizando o software Pantera, desenvolvido pela umgrauemeio, o IHP concentra-se na detecção precoce de focos de incêndio, visando proteger uma extensa área de 2,5 milhões de hectares no Pantanal (umgrauemeio, 2022). Essas iniciativas de monitoramento não apenas registram eventos após sua ocorrência, mas também desempenham um papel preventivo importante na gestão e preservação dessas áreas.

Outros métodos de prevenção e monitoramento, conforme descrito no manual "Formação e Treinamento de Brigada de Incêndio Florestal" por Ribeiro (2002), destacam a importância da sensibilização da população sobre as florestas e os riscos associados aos incêndios florestais como a principal medida preventiva. Essa conscientização pode ser alcançada por meio de contatos individuais ou em grupo, elaboração e divulgação de materiais informativos, bem como a realização de reuniões e palestras. O autor ressalta que para garantir uma detecção eficaz, é essencial dispor de equipamentos de observação e comunicação. A detecção rápida possibilita o controle do fogo antes que se propague e atinja alta intensidade, permitindo a formulação de planos de proteção. Um sistema de comunicação eficiente desempenha papel crucial tanto na detecção quanto no combate aos incêndios florestais. Nesse contexto, dispositivos como rádios de comunicação e até mesmo o WhatsApp tornam-se instrumentos essenciais e indispensáveis para observação e combate aos incêndios florestais. Na APA Baía Negra, por exemplo, a eficiência da comunicação é notável ao utilizar o WhatsApp como canal de comunicação, demonstrando resposta eficaz no combate aos incêndios.

Ribeiro (2002) ainda destaca a eficácia de um plano de proteção contra incêndios florestais, cuja implementação pode ser integrada ao plano de manejo da APA Baía Negra. Nesse contexto, o planejamento estratégico desempenha um papel fundamental na antecipação de possíveis ocorrências de incêndios florestais. O plano de proteção pode ser abrangente, contemplando todas as fases, desde a prevenção até as ações de combate, ou específico, direcionado exclusivamente para cada fase, como prevenção, detecção, supressão, manejo do combustível, queima controlada ou combate ao fogo. A elaboração dos planos deve considerar as condições locais e os recursos disponíveis. Em qualquer situação, para ser eficaz, o plano deve incorporar elementos básicos, tais como causa, época de ocorrência, local de ocorrência, classe do material combustível e identificação de zonas prioritárias.

Considerando a relevância do planejamento estratégico na prevenção e combate a incêndios florestais, como destacado por Ribeiro (2002), é fundamental estender essa abordagem às unidades de conservação (UC) no Pantanal. Conforme dados do Cadastro Nacional de unidades de conservação (CNUC), no Pantanal há 29 UC, abrangendo uma extensa área total protegida de 704.042 hectares, das quais 23 são destinadas ao Uso Sustentável e 6 à Proteção Integral. Dentre essas UC de Uso Sustentável, destaca-se a APA Baía Negra, que se configura como o local de estudo deste artigo, é a única APA no Pantanal. Ao integrar o plano de proteção contra incêndios florestais ao plano de manejo da APA Baía Negra, é possível fortalecer as estratégias de conservação. A eficácia desses planos, não apenas contribui para a preservação da biodiversidade na APA, mas também reflete a responsabilidade na gestão das UC no Pantanal. A implementação desses planos

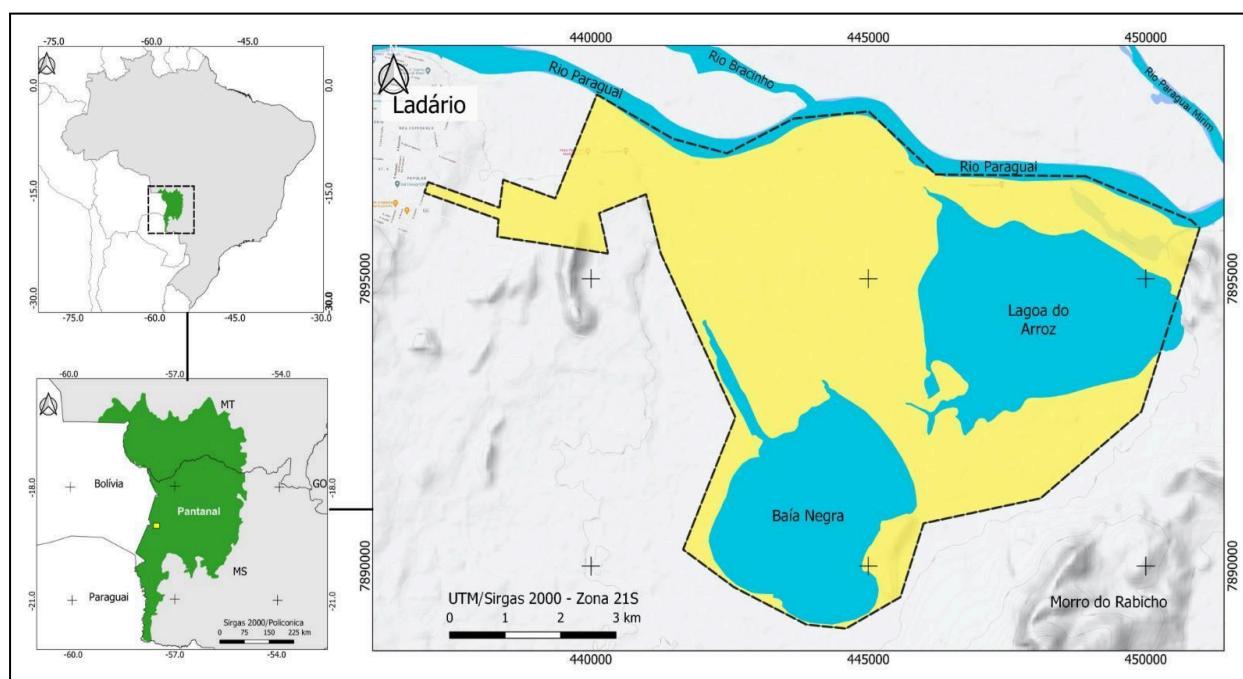
se alinha aos objetivos de conservação, como também desempenha papel crucial na manutenção da área total protegida no Pantanal, contribuindo com a sustentabilidade e preservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área estudada

A Área de Proteção Ambiental (APA) Baía Negra, instituída através do decreto 1.735 de 07 de outubro de 2010, no município de Ladário-MS, representa a primeira Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável no Pantanal (ECOA, 2016). Abrangendo uma extensão de 6.262,73 hectares (Santos, J. M. C. 2021), a APA está situada na Bacia do Rio Paraguai, no Pantanal e se caracteriza por constituir uma área de planície sujeita às inundações periódicas do rio Paraguai (Figura 1).

Figura 1 - Localização APA Baía Negra



Elaboração: Santos, J. M. C. 2021

Procedimentos de Pesquisa

A presente pesquisa se desenvolveu como estudo de caso, apoiada em observações de campo e no emprego de ferramentas de geoprocessamento para mapeamento multitemporal e quantificação das ocorrências de incêndios florestais na Área de Proteção Ambiental Baía Negra (APA Baía Negra), entre os anos de 2010 e 2023.

O levantamento sobre o histórico de incêndios ocorridos na área de proteção se baseou na análise dos registros anuais de ocorrência de incêndios florestais detectados pelo Monitor de Fogo da plataforma MapBiomass. Posteriormente, foram selecionadas as

imagens correspondentes às datas de ocorrência de incêndios no período analisado. Para tanto, foram empregadas imagens Landsat 8 OLI/TIRS, adquiridas do repositório de imagens do *United States Geological Survey (USGS)*, para os anos de 2012, 2019, 2020 e 2022, que foram processadas para mapear os polígonos correspondentes às cicatrizes de fogo (áreas atingidas por incêndios).

Para o processamento das imagens e mapeamento das áreas queimadas foi utilizado o software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) Qgis, versão 3.20, adotando-se seguintes parâmetros cartográficos para a criação do projeto: projeção cartográfica UTM, zona 21S, datum Sirgas 2000, correspondentes ao EPSG 31981.

O mapeamento das áreas queimadas foi feito por meio de técnica de fotointerpretação visual via tela das imagens Landsat 8 OLI/TIRS, em composição colorida falsa-cor (bandas 4, 5 e 6), o que permitiu a identificação e digitalização dos polígonos correspondentes às cicatrizes de fogo.

Para a quantificação das áreas queimadas por ano, foram utilizados os algoritmos r.recode e r.report disponíveis no software QGis 3.20, o primeiro empregado para recodificação das classes em representação raster, e o segundo para geração de relatório com cálculo automático das áreas das classes mapeadas, o que permitiu detectar a variação quantitativa dos incêndios no interior da APA ao longo do período analisado.

Por fim, o emprego da técnica de álgebra de mapas, via calculadora raster, aplicada ao conjunto do mapeamento multitemporal, permitiu a identificação da frequência das áreas queimadas no interior da APA Baía Negra e, consequentemente, a identificação das áreas de maior recorrência dos incêndios ao longo do período analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

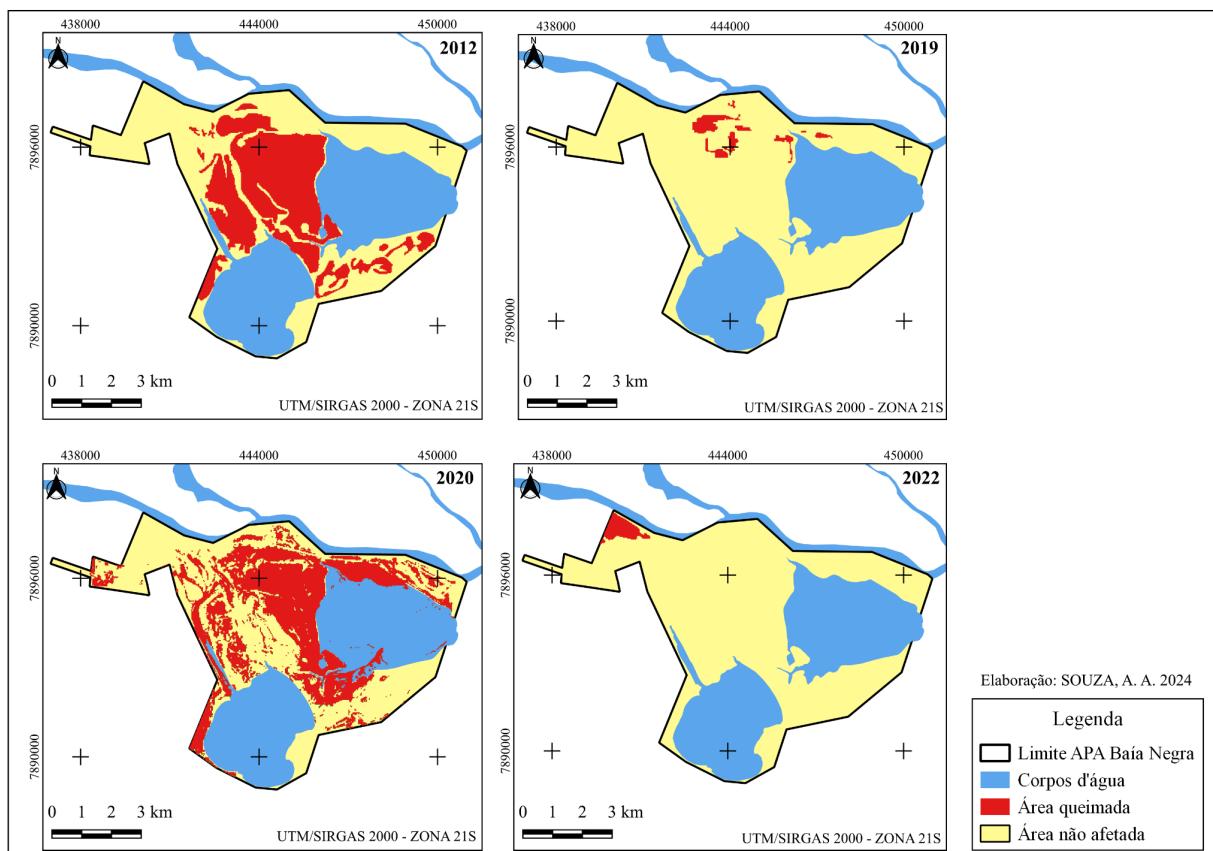
Histórico dos incêndios e áreas queimadas

No intervalo de 14 anos, desde a sua criação em 2010 até 2023, a Área de Proteção Ambiental (APA) Baía Negra apresentou quatro anos com ocorrências de incêndios florestais, sendo eles em 2012, 2019, 2020 e 2022 (Figura 2), totalizando nesse mesmo período 3.469,8 ha de área queimada, cumulativamente.

O levantamento aponta para uma concentração maior dos registros de incêndios nos últimos anos da série temporal. No período que compreende os nove primeiros anos que sucederam a criação da APA, a ocorrência de incêndios restringiu-se ao ano de 2012, quando foi computada um total de área queimada de 1.555,0 ha, afetando 24,8% de toda extensão da unidade de conservação, enquanto que nos últimos cinco anos do período analisado, foram constatados três anos com registros de incêndios, sendo 2020 o de maior incidência de superfície queimada, atingindo 1.717,4 ha, correspondendo a 27,4 % da área

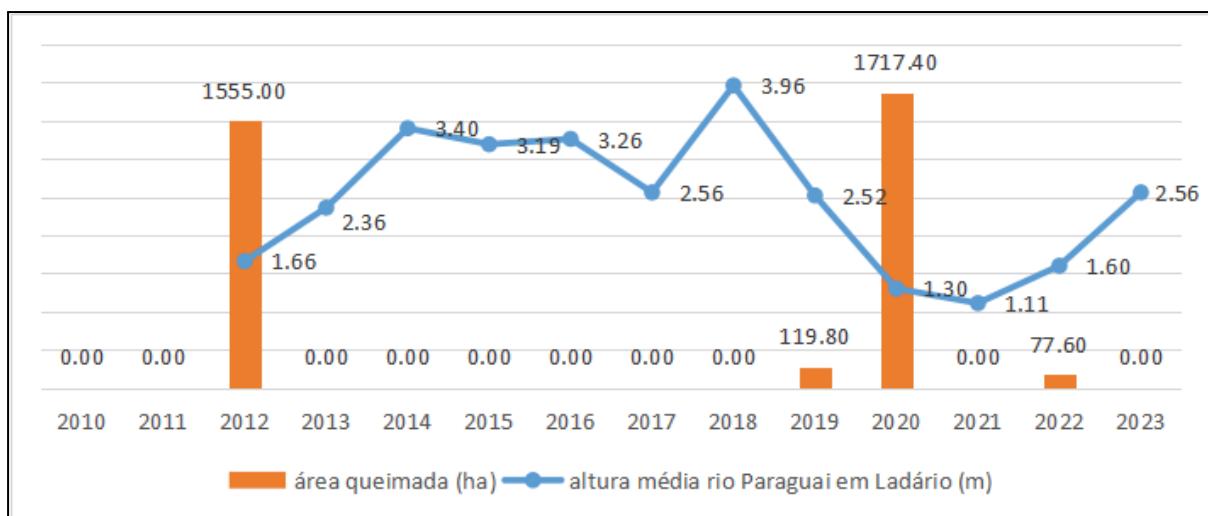
da APA. Os outros dois anos com registros, 2019 e 2021, apontaram menor intensidade de incêndios, totalizando respectivamente 119,8 ha e 77,6 ha de área queimada (Figura 3).

Figura 2 - Cicatrizes de fogo na APA Baía Negra, período 2010-2023



Elaboração: Souza, Amanda. A. 2024

Figura 3 - Total anual de área queimada na APA Baía Negra (2010 - 2023) e altura média do rio Paraguai em Ladário-MS (2012 a 2023)



Fonte: MapBiomass (2024) e marinha.mil.br (2024)
Organização: Souza, Amanda. A. (2024)

A maior frequência de registros de queimadas e incêndios na APA nos últimos cinco anos, coincide com o período de 2019 a 2022 em que o nível do rio Paraguai na região se comportou de forma atípica, quando foram registrados, por três anos consecutivos (2020, 2021 e 2022) médias anuais inferiores a 2 metros, alcançando em 2021 1,1 m, o nível mais baixo dos últimos 50 anos de acordo com os dados da régua de monitoramento de Ladário e muito inferiores à média da série histórica.

Ao longo desse período, de baixo nível das águas do rio Paraguai, não houve a constatação do seu regime anual de cheia, impossibilitando a inundação das planícies sob sua influência, a exemplo do que ocorreu na área da APA Baía Negra, vindo a contribuir para que a biomassa acumulada nesses locais permanecesse exposta como material combustível durante o período de estiagem.

É nesse mesmo período que ocorreu o maior pico de incêndios já registrado na APA, em 2020, alcançando uma extensão de 1.717,4 ha. Nesse período, a área permaneceu seca e com alta concentração de biomassa exposta na planície. A combinação de estoque de biomassa, ausência do pulso de inundação, estiagem prolongada e o fator humano proporcionado pela facilidade de acesso no interior da APA, elevando a movimentação de pessoas em locais até então alagáveis, tornou-se determinante para a magnitude dos incêndios registrados naquele ano.

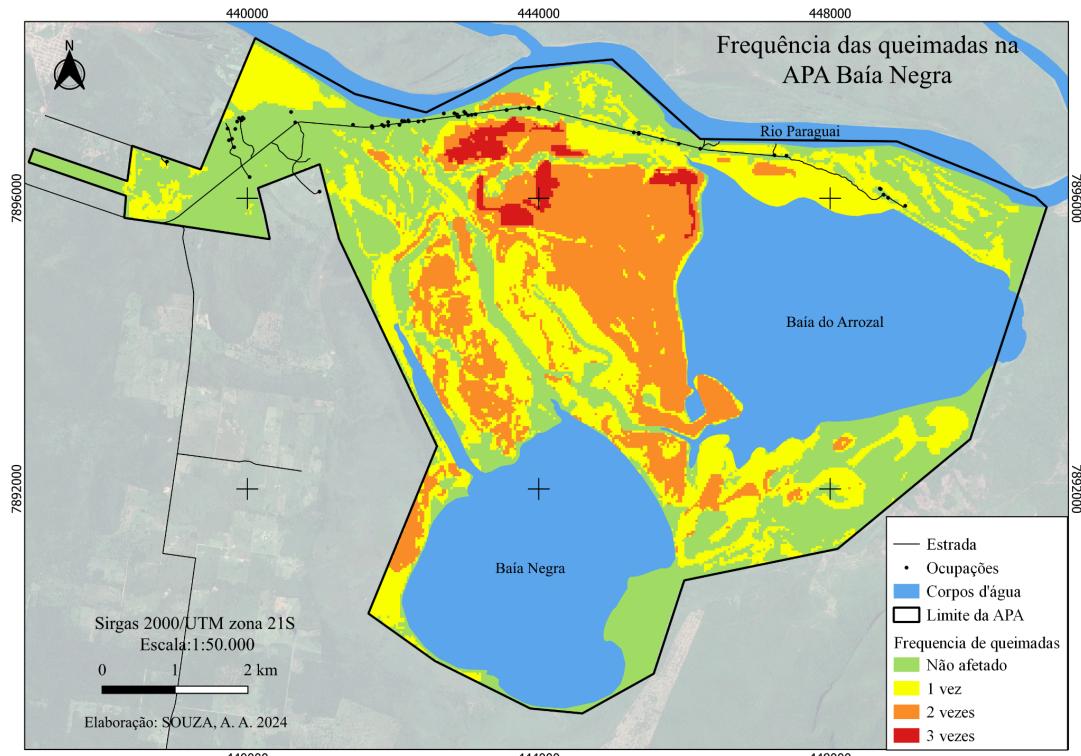
Ressalta-se que durante o período de inundação, o rio Paraguai deposita uma quantidade considerável de matéria orgânica no solo, contribuindo para a formação de um substrato altamente combustível. Sob condições descontroladas de ignição, esses elementos orgânicos podem facilmente desencadear incêndios, o que pode explicar parte da frequência desses eventos nessas áreas.

Em 2021, contrapondo-se ao registro do ano anterior, não houve a constatação de incêndios na unidade de conservação, mesmo com a continuidade do baixo nível do rio Paraguai, bem como da estiagem prolongada. Tal fato decorre da redução drástica de concentração de biomassa que havia sido consumida no ano anterior. Sobre isso, Soriano (2010) em estudo anterior constatou que, mesmo com condições climáticas favoráveis à produção de biomassa no decorrer de um ano, a ocorrência de queimadas no ano anterior pode resultar em uma quantidade menor de material susceptível à queima no presente.

Frequência e dinâmica dos incêndios

Em relação à frequência espacial dos incêndios e queimadas (Figura 4), os resultados revelam a incidência desses eventos em áreas próximas às vias de acesso e às áreas habitadas da unidade de conservação, o que sugere uma associação desses eventos com a facilidade de acesso aos campos alagáveis durante período de estiagem, quando os mesmos permanecem secos e com grande concentração de substrato.

Figura 4 - Frequência das queimadas na APA Baía Negra (2012, 2019, 2020 e 2022)



Elaboração: Souza, Amanda. A. 2024

indicam 2 frequências de áreas queimadas (em laranja), reforçam essa dinâmica de propagação do fogo na porção central da APA.

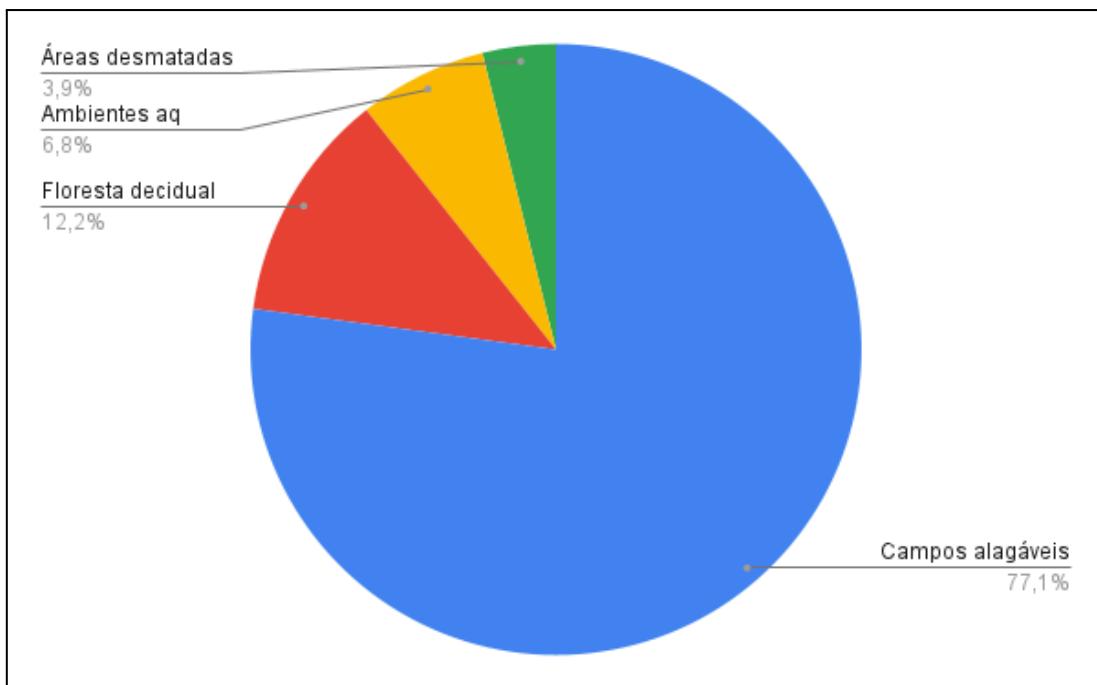
Os dados obtidos da estação automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) A724 Corumbá-MS, localizada a cerca de 10 km da APA Baía Negra, indicaram uma direção predominante de vento de 158° (direção SSE: sul-sudeste) ao longo do ano de 2023. Esses dados corroboram com a dinâmica das áreas de incêndios com maior frequência na APA, que indica uma direção geral NNO: nor-noroeste para SSE: sul-sudeste em sua propagação.

Associado ao estoque de material orgânico potencialmente combustível sobre os campos alagáveis, a tendência consistente dos ventos em direção predominantemente norte para o sul exerce implicações significativas para a propagação e controle de incêndios nesta região. O vento desempenha um papel crucial nesse cenário, como destacado por Schumacher e Dick (2018). Além de renovar o oxigênio na área de combustão, ele transfere calor para os materiais combustíveis circundantes e transporta material particulado incandescente, potencialmente originando novos focos de incêndio. Vale ressaltar que o próprio fogo pode exercer influência na direção do vento, através dos movimentos de convecção do ar.

Incidência dos incêndios e queimadas na vegetação

Na área da APA Baía Negra são identificadas 3 classes de fitofisionomia, sendo elas: Ambientes aquáticos (2.672,00 ha), Campos alagáveis (2.298,51 ha), Floresta decidual (1.205,37 ha) além de Áreas desmatadas (86,85 ha). No cumulativo dos quatro anos em que ocorreram queimadas e incêndios na unidade de conservação, verifica-se a incidência desses eventos, sobretudo sobre tipologia Campos alagáveis. Do total de 3.469,8 ha de área afetada pelo fogo cumulativamente, 2.676,1 ha aconteceram sobre essa classe, o que representa 77,1% de toda a área queimada nos quatro anos de ocorrência de incêndios (Figura 5). Isso destaca a elevada vulnerabilidade desta fitofisionomia frente a frequências desses incêndios na unidade de conservação.

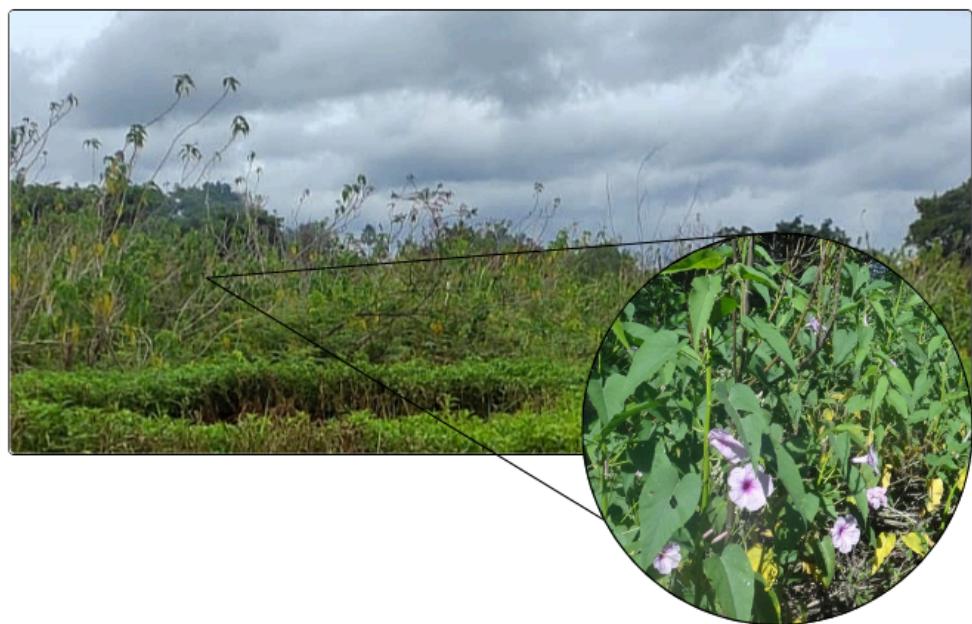
Figura 5: Incidência de áreas queimadas por classes de ocupação



Elaboração: Souza, Amanda A. (2024)

Os Campos alagáveis compreendem uma tipologia de vegetação característica de áreas alagáveis, a exemplo das planícies de inundação do rio Paraguai. As espécies de sua composição incluem o Algodão Bravo (*Ipomea carnea*), a Aromita (*Vachellia farnesiana*), a Liana (*Ipomea sp*) e algumas espécies de gramíneas, como capim-mimoso (*Axonopus purpusii* Chase) e o capim-vermelho (*Andropogon hypoginus* Hack) (Figura 6, 7 e 8).

Figura 6: Algodão Bravo (*Ipomea carnea*), espécie arbustiva em Campos alagáveis



Registro: Souza, Amanda A. (2022); R. Simão-Bianchini (2014)

Figura 7: Aromita (*Vachellia farnesiana*), sobre Campos alagáveis na APA



Registro: Souza, Amanda A. (2022)

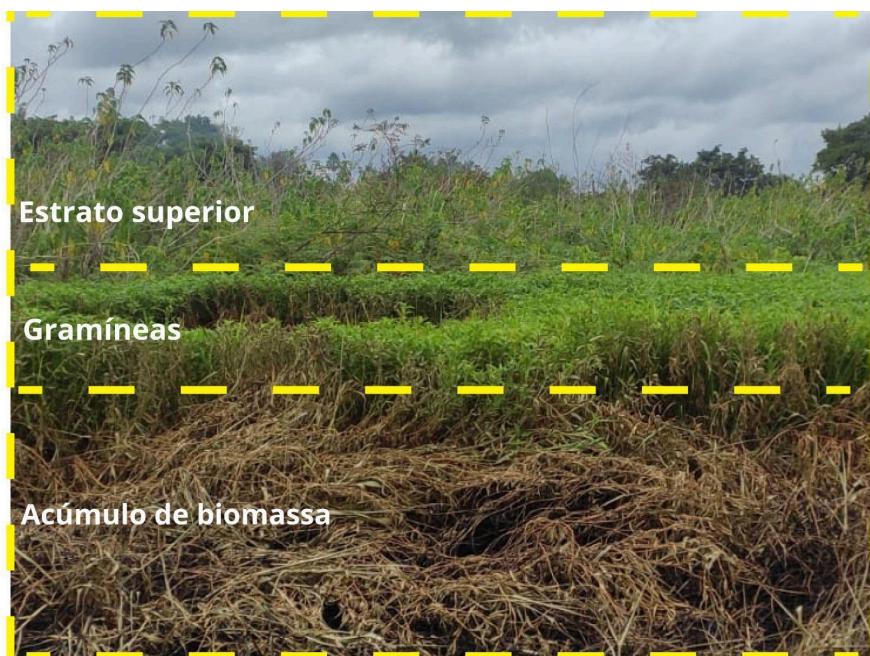
Figura 8: Liana (*Ipomea sp*), espécie que se desenvolve sobre vegetação arbustiva dos Campos alagáveis



Registro: Souza, Amanda A. (2022)

A estrutura da vegetação dos Campos alagáveis pode alcançar uma altura média de três a cinco metros, podendo ser subdividida em quatro estratos, conforme a composição vegetal e de biomassa. O estrato superior é constituído predominantemente pelo dossel arbustivo de espécies como o Algodão-bravo e Aromita. O estrato subjacente é formado sobretudo por gramíneas forrageiras que se desenvolvem sobre as áreas abertas ou onde a vegetação arbustiva é mais dispersa. Já o estoque de biomassa compreende a camada mais próxima ao solo, onde se concentra matéria orgânica e biomassa seca oriunda da deposição da própria vegetação dos estratos superiores e decomposição dos mesmos propiciado pelos pulsos de inundação (Figura 9). O quarto estrato compreende pela camada de turfa, constituída por matéria orgânica de maior densidade e compactação no solo, formada pela decomposição anaeróbica da vegetação associada à ação da água.

Figura 9: Estratificação da composição da vegetação em áreas de Campos alagáveis



Elaboração: Souza, Amanda. A. 2024

A dinâmica acelerada de produção de biomassa nos Campos alagáveis, faz com que essa fitofisionomia contribua anualmente na geração de um considerável estoque de matéria seca, no interior da APA. Esse material é depositado e acumulado durante os pulsos de inundação do rio Paraguai que, ao atuar sobre a vegetação disposta na planície, gera matéria orgânica oriunda da decomposição de plantas nativas que permanecem submersas no período de cheia. Com o recuo das águas da planície (período de vazante), que coincide com as estações secas, caracterizadas por longos períodos de estiagem, esse material se acumula sobre o solo, reduzindo significativamente seu teor de umidade, tornando fonte potencial de combustível para a ocorrência de incêndios, tanto de origem natural quanto causados por atividades humanas (Ribeiro, 2002).

A inflamabilidade desses materiais é classificada por Ribeiro (2002) em três categorias distintas. O combustível de combustão rápida é constituído por materiais leves, como folhas, pequenos galhos e área seca, caracterizando-se por uma rápida propagação e combustão completa. Já o combustível de combustão lenta, composto por materiais mais espessos como tocos, troncos e árvores, exibe dificuldade de acendimento, passando por uma longa fase de pré-aquecimento e combustão, que por muitas vezes não se completa. Por fim, o combustível verde refere-se a materiais vivos, apresentando maior teor de água e exigindo uma quantidade significativa de combustível para sustentar o fogo por um período prolongado, sendo suscetível ao processo de combustão somente após a perda total da umidade. Essas características delineiam as particularidades do material combustível na APA Baía Negra, influenciando diretamente na dinâmica dos incêndios florestais nesta região.

Com base em constatações *in loco*, em área próxima à base de estudos da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), observou-se que a espessura da camada de turfa sobre os Campos alagáveis varia entre 15 a 50 cm. Sua composição e estrutura são propensas, durante período de estiagem, a ocorrência de incêndios que podem se manifestar de forma subterrânea. Esses incêndios podem se originar de ignições superficiais, que ocorrem em áreas específicas por depósitos naturais de matéria orgânica, conforme ilustrado nas figuras 10 e 11. Rein (2008), ressalta que esses eventos têm sua incidência intensificada em período de estiagem, acarretando danos expressivos nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, bem como impactam a fauna e flora. A queima lenta e prolongada, resulta na destruição de raízes e sementes, ocasionando uma perda significativa de biomassa na camada da superfície do solo.

Figura 10: Incêndio por turfa



Registro: Souza, Amanda A. (2022)

Figura 11: Matéria orgânica no solo



Registro: Souza, Amanda A. (2022)

Proposições para a gestão da área

No âmbito da gestão ambiental, a aplicação de ferramentas estratégicas, como a matriz SWOT, permite subsidiar proposições para o desenvolvimento de práticas e processos que aperfeiçoem o gerenciamento da unidade de conservação. Isto posto, uma análise SWOT emerge como uma ferramenta estratégica essencial para compreender os elementos internos e externos que influenciam a sustentabilidade e a eficácia das ações de conservação na APA Baía Negra, especialmente no que diz respeito aos incêndios e queimadas.

Matriz SWOT

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none">Única APA no Pantanal;Brigada comunitária de combate a incêndios;Conselho gestor da APA;Plano de manejo;Sistema de comunicação via WhatsApp;Base de estudos da UFGD;Organizações de pesquisa e do terceiro setor;Polícia Militar Ambiental;Associação de Mulheres Produtoras da APA;Biodiversidade.	<ul style="list-style-type: none">Ausência de plano de proteção contra incêndios;Impactos negativos em biodiversidade e práticas locais;Proximidade com a área urbana;Educação Ambiental;Impacto no comportamento de animais silvestres;Falta de fiscalização;Insuficiência de equipamentos para o combate ao fogo;Aumento na frequência de incêndios e queimadas;Falta de coleta seletiva;Estiagem prolonga;Ineficiência nas ações preventivas.

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Uso de técnicas avançadas de sensoriamento remoto e geotecnologias; • Implementação de sistemas de monitoramento de queimadas; • Conscientização da comunidade; • ICMS ecológico; • Legislação ambiental; • Editais para captação de recursos; • Universidades e Instituições de pesquisa; • ODS 2030;. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças climáticas; • Perda da biodiversidade; • Alterações do regime de chuva no planalto; • Alteração nos ciclos de cheias e vazantes do rio Paraguai; • Ações predatórias; • Atividades antrópicas no entorno.

Os fatores elencados na Matriz SWOT, constituem um conjunto de condicionantes que definem a condição atual da unidade de conservação, os quais, em face das constatações alcançadas pela pesquisa, no entendimento dos incêndios e queimadas, podem subsidiar a importantes instrumentos de gestão, como Plano de Manejo, Plano de Proteção Contra Incêndios, tendo em vista a mitigação ou mesmo prevenção desses eventos.

A APA Baía Negra, é fundamental para a preservação da biodiversidade. A aplicação da Matriz SWOT revela um panorama estratégico que destaca como as forças internas podem ser potencializadas diante das oportunidades, além de indicar estratégias para minimizar ameaças e fortalecer a resiliência do ecossistema, visando à gestão sustentável da área.

Cruzamento de Forças com Oportunidades

Única APA no Pantanal e Uso de Técnicas Avançadas de Sensoriamento Remoto e Geotecnologias:

- Potencialização: Confere uma base singular para a implementação de técnicas avançadas de sensoriamento remoto, maximizando a capacidade de monitoramento.

Brigada Comunitária e Conscientização da Comunidade:

- Potencialização: Integrada à conscientização local, a brigada comunitária pode maximizar seus esforços, promovendo a compreensão dos riscos associados aos incêndios e incentivando práticas preventivas.

Conselho Gestor e Implementação de Sistemas de Monitoramento de Queimadas:

- Potencialização: O Conselho Gestor, como ator fundamental, impulsiona a implementação de sistemas avançados de monitoramento, favorecendo a detecção rápida de queimadas, ainda em sua fase inicial.

Plano de Manejo e Legislação Ambiental:

- Potencialização: Alinhado à legislação ambiental, o plano de manejo emerge como uma ferramenta crucial, ampliando recursos para a execução das diretrizes, promovendo uma gestão mais eficaz.

Sistema de Comunicação via WhatsApp e Conscientização da Comunidade:

- Potencialização: O WhatsApp, aliado à conscientização local, estabelece um meio ágil para difundir informações sobre práticas sustentáveis e a relevância da preservação.

Base de Estudos da UFGD e Parcerias com Universidades:

- Potencialização: Mediante parcerias, a base de estudos resulta em pesquisas mais abrangentes, fortalecendo a base científica das ações de conservação.

Organizações de Pesquisa e ICMS Ecológico:

- Potencialização: A colaboração com organizações de pesquisa encontra sinergia com a captação de recursos por meio do ICMS Ecológico.

Polícia Militar Ambiental e Conscientização da Comunidade:

- Potencialização: O apoio da Polícia Militar Ambiental, alinhado à conscientização da comunidade, aprimora a eficácia das ações de fiscalização.

Associação de Mulheres Produtoras e Conscientização da Comunidade:

- Potencialização: Integrada à conscientização local, a Associação de Mulheres Produtoras intensifica esforços para promover práticas sustentáveis.

Biodiversidade e Editais para Captação de Recursos:

- Potencialização: A rica biodiversidade pode atrair recursos por meio de editais, essenciais para implementar ações de conservação.

Cruzamento de Força com Ameaças

Única APA no Pantanal e Mudanças Climáticas:

- Minimização: A singularidade da APA, aliada a estratégias específicas, pode atenuar os impactos das mudanças climáticas, implementando medidas adaptativas.

Brigada Comunitária e Ações Predatórias:

- Minimização: A atuação da brigada comunitária pode mitigar ações predatórias, protegendo ecossistemas vulneráveis e controlando atividades prejudiciais.

Conselho Gestor e Fragilidade na Gestão Ambiental:

- Minimização: O conselho gestor, ao fortalecer a gestão ambiental, fortalece a capacidade de enfrentar ameaças, prevenindo e reagindo a eventos prejudiciais.

Plano de Manejo e Perda da Biodiversidade:

- Minimização: Associado a estratégias específicas, o plano de manejo pode minimizar a perda de biodiversidade, direcionando ações para reforçar a sustentabilidade dos ecossistemas.

Sistema de Comunicação via WhatsApp e Atividades Antrópicas no Entorno:

- Minimização: A comunicação eficiente via WhatsApp, integrada a esforços de conscientização, pode reduzir atividades antrópicas prejudiciais ao entorno.

Polícia Militar Ambiental e Mudanças Climáticas:

- Minimização: O suporte da Polícia Militar Ambiental, junto a ações de adaptação às mudanças climáticas, reforça a capacidade de resposta da APA a esses desafios.

Associação de Mulheres Produtoras e Atividades Antrópicas no Entorno:

- Minimização: A atuação da Associação de Mulheres Produtoras, integrada à conscientização, pode contribuir para minimizar atividades antrópicas prejudiciais ao entorno, alinhando-se à preservação ambiental.

Biodiversidade e Ações Predatórias:

- Minimização: Protegida por estratégias específicas, a diversidade biológica pode resistir melhor às ações predatórias, garantindo a manutenção dos ecossistemas locais.

A integração dos subsídios obtidos por meio da análise da Matriz SWOT visa aprimorar significativamente tanto a atualização do Plano de Manejo quanto o possível Plano de Proteção contra Incêndios da APA Baía Negra. Compreendendo as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças identificadas, espera-se desenvolver estratégias robustas e eficazes para a gestão ambiental da área. Esses dados fornecem uma base para a formulação de políticas e práticas de conservação que sejam não apenas efetivas, mas também adaptáveis às dinâmicas ambientais e sociais em constante mudança. Ao incorporar essas informações nos planos de manejo e proteção contra incêndios, almeja-se fortalecer a capacidade da APA em preservar seu ecossistema, mitigar os impactos negativos das ameaças identificadas e promover o bem-estar da comunidade local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento sobre as queimadas e incêndios, assim como a dinâmica desses eventos na APA Baía Negra, entre os anos de 2010 e 2023, aponta para constatações fundamentais que devem ser destacadas tendo em vista o processo de gestão nessa unidade de conservação, quais sejam:

1. O aumento da frequência dos anos com registros de incêndios na APA entre 2019 e 2022, coincide com o período em que o nível médio do rio Paraguai esteve abaixo de sua média histórica;

2. A estiagem prolongada, associada a alta concentração de biomassa seca na planície e o aumento da circulação de pessoas ao interior da APA, contribuiu para a maior incidência de incêndios, registrada em 2020;
3. Os incêndios foram identificados em maior frequência na parte norte da APA, próximos à estrada de acesso e aos locais de ocupação humana;
4. A dinâmica predominante dos incêndios ocorre no sentido norte - sul, partindo das proximidades da estrada de acesso, em direção ao interior da APA, como indicado pelo mapa de frequência (Figura 3);
5. O acúmulo de biomassa seca constitui estoque de material combustível potencial para os incêndios em períodos de estiagem prolongada;
6. Os Campos alagáveis correspondem a fitofisionomia de maior incidência de incêndios, representando 77,1% das áreas queimadas;
7. A estrutura da vegetação dos Campos alagáveis e a sua grande capacidade de produção de biomassa anual, contribuem para que haja maior incidência de incêndios nesta fitofisionomia;
8. Os dados de monitoramento fornecidos pelas estações fluviométricas de Cáceres-MT e Cuiabá-MT permitem a previsibilidade do comportamento do nível do rio Paraguai em Ladário-MS (a jusante), com antecedência de três meses, o que pode garantir a adoção de medidas preventivas contra incêndios na APA, em caso de estiagem prolongada, como a que ocorreu em 2020.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Liana Oighenstein et al. **Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira.** Acta Amazonica, v. 35, p. 445-456, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/YsBrSDNtvLnDQhg6PwpPW5z/>

Bento, A. C. B. et al. (2021) **Monitoramento da Evolução de Queimadas no Pantanal em Período de Seca nos Anos de 2017, 2019 e 2020.** XXV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XXI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e XI Encontro de Iniciação à Docência. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355944269_Artigo-SR-Pantanal

Brasil. (1998) **Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm

Brasil. (2000) **Lei n. 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de unidades de conservação da Natureza e dá outras providências.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm

Campos, L. (2021) **APA Baía Negra**. Disponível em: <https://ecoa.org.br/apa-baia-negra/>

Corpo de Bombeiros Militar de Mato Grosso do Sul. (2021) **Portaria CBMMS / BM-1 Nº 333, de 13 de maio de 2021**. Aprova e põe em execução, no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Mato Grosso do Sul, a Norma Técnica nº 45 (NT-45) que trata das medidas de prevenção e combate a incêndios florestais. Campo Grande.

Ecoa. (2016) **Encarte 1 plano de manejo**. Disponível em: https://ecoa.org.br/wp-content/uploads/2016/11/Encarte_I_Plano_de_Manejo APA_Ba_a_Negra_ok-1.pdf

Ecoa. (2021) **Encarte 3 Plano de Manejo da UC APA BAÍA NEGRA**. Disponível em: <https://ecoa.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Encarte-III-Planejamento-Baia-Negra-ok.pdf>

Fonseca, M., et al. (2014) **O papel das unidades de conservação**. Scientific American Brasil Biodiversidade, p 18.

Florenzano, T. G. (2007) **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Texto.

GONTIJO, Gustavo Antomar Batista et al. **Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto–SBSR, Curitiba, PR, Brasil, v. 30, p. 7966, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Allan-Pereira/publication/266908152_Deteccao_de_queimadas_e_validacao_de_focos_de_calor_utilizando_produtos_de_Sensoriamento_Remoto/links/543e812f0cf2eaec07e6456f/Deteccao-de-queimadas-e-validacao-de-focos-de-calor-utilizando-produtos-de-Sensoriamento-Remoto.pdf

IBAMA. (2009) **Perfil dos Incêndios Florestais Acompanhados pelo IBAMA**. Disponível em:

https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/incendios-florestais/arquivos/relatorios/incendios_florestais/prevfogo-incendios-florestais-perfil_dos_incendios_2009.pdf

IBAMA. **Mudanças Climáticas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/incendios-florestais/mudancas-climaticas>

Inmet. **Mapas de Estações**. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>

Inpe. (2017) **Monitoramento de Queimadas**. Disponível em: <https://www.inpe.br/queimadas/>

MapBiomass Brasil. (2019) **Método MapBiomass Fogo**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-fogo>

Marinha.mil.br. **Alturas Anteriores dos Rios/ Centro de Hidrografia e Navegação do Oeste**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chn-6/?q=alturaAnterioresRios>

Matos, N. M. (2014) **Incêndios Florestais no Bioma Pantanal: Dinâmica Espacial e Temporal entre 2003 e 2013**. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10146/1/2014_NickolasMendesdeMatos.pdf

Miller, J. D. (2000) **Fire Effects on Ecosystems**. San Diego: Academic Press.

Ministério do Meio Ambiente - **Cadastro Nacional de unidades de conservação**. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>

Moreira, A. P. et al. (2021) **Incêndios Florestais no Bioma Pantanal: Abordagem Jurídica-Ambiental-Internacional**. In: Trevisan, E.; Lima, R. D. (Org.). Tutela jurídica do Pantanal. Campo Grande: Editora UFMS, v. 1, p. 70-95. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Aline-Moreira-12/publication/353821365_INCENDIOS_FLORESTAIS_NO_BIOMA_PANTANAL_ABORDAGEM_JURIDICA-AMBIENTAL- INTERNACIONAL/links/61138c7e1e95fe241ac2deb4/INCENDIOS-FLORESTAIS-NO-BIOMA-PANTANAL-ABORDAGEM_JURIDICA-AMBIENTAL-INTERNACIONAL.pdf

Redação Pensamento Verde, jun. 2013. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/principais-causas-das-queimadas-nas-florestas-brasileiras/>

Ribeiro, G. A. (2002) **Formação e Treinamento de Brigada de Incêndio Florestal**. Viçosa: CPT. Disponível em: <https://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/ApostilabrigadadeincendioFlorestal.pdf>

Ribeiro, G. A. (2004) **Estratégias de Prevenção Contra os Incêndios Florestais**. Floresta, v. 34, n. 2.

Santos, J. M. C. **Monitoramento da Recuperação da Vegetação na APA Baía Negra**. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, p. 7. 2021

Schumacher, M. V.; Dick, G. (2018) **Incêndios Florestais** - 3. ed. rev. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Ciências Florestais. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/832/2020/12/CADERNO-DIDATICO_INCENDIOS-FLORESTAIS.pdf

Simão-Bianchini, R.; Ferreira, P.P.A.; Vasconcelos, L.V. ***Ipomoea* in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB7032>

Soares, R. V.; Batista, A. C. (2007) **Incêndios Florestais: Controle, Efeitos e Uso do Fogo**. Curitiba: UFFR.

Soriano, B. M. A. (2012) **Zoneamento do Risco de Incêndio para o Pantanal Sul-Mato-Grossense**.

Terra, V. ***Vachellia* in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114576>. Acesso em: 15 fev. 2024

Umgrauemeio. **PANTERA - Solução completa para gestão de incêndios florestais**. Disponível em: <https://www.umgrauemeio.com/solucoes>

Vettorazzi, C. A.; Ferraz, S. F. B. (1998) **Uso de Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Prevenção e Combate a Incêndios em Fragmentos Florestais**. Série

Técnica IPEF v. 12, n. 32, p. 111-115. Disponível em:
<https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr32/cap11.pdf>

WWF Brasil. **Secas Frequentes Ameaçam a Capacidade de Recuperação do Pantanal.** Disponível em:
<https://www.wwf.org.br/?79828/Secas-frequentes-ameacam-a-capacidade-de-recuperacao-do-Pantanal#:~:text=Infelizmente%20essa%20%C3%A9%20uma%20perspectiva,severa%20que%20a%20de%202020>.