



SOS
Pantanal



ONÇAFARI

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DO FOGO NO PANTANAL



Sumário


Sumário Executivo	3
Aspectos científicos, técnicos e legais sobre o manejo integrado do fogo no Pantanal	7
Aspectos gerais	7
Efeitos dos Incêndios	9
Indicações de manejo	12
Legislação sobre manejo do fogo para o Pantanal	15
Seminário	21
Panorama do Evento	21
Resultados	21
Panorama e Avanços Legais no Manejo Integrado do Fogo	22
Experiências internacionais	23
Desafios regionais:	24
Governança e participação social	25
Ferramentas e estratégias de apoio	27
Referências	29

Sumário Executivo

Os efeitos do fogo no Pantanal são complexos e variam conforme a intensidade, frequência e tipo de ambiente afetado. Enquanto áreas campestres e savânicas mostram maior resistência e resiliência, formações florestais tendem a ser mais sensíveis, com perdas significativas de biodiversidade. O fogo pode alterar a estrutura da vegetação, a composição de espécies e impactar diretamente a fauna, como observado nos incêndios de 2020. Para mitigar esses efeitos, o manejo integrado do fogo (MIF) tem sido amplamente recomendado, combinando conhecimento científico e tradicional. Estratégias como queimas prescritas, formação de brigadas e promoção da pirodiversidade são essenciais para conservar o bioma e reduzir os riscos associados aos incêndios.

Com relação às normativas legais existentes, a legislação sobre o tema varia entre os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo este último mais avançado, com a criação do Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo e da “Lei do Pantanal”. Em nível federal, a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo estabelece diretrizes para o uso sustentável do fogo, reconhecendo sua importância ecológica e cultural, e exigindo planos específicos para propriedades rurais em áreas prioritárias.

Nesse sentido, o Instituto SOS Pantanal, Onçafari e Ministério Público de Mato Grosso do Sul realizaram, com o apoio da Klabin, Refúgio Ecológico Caiman e Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Socioambiental, o *Seminário Internacional de Manejo Integrado do Fogo no Pantanal* com o objetivo de promover a troca de experiências nacionais e internacionais, discutir avanços e desafios para a implementação do Manejo Integrado do Fogo (MIF) no Pantanal nos dias 02 e 03 abril de 2025. O evento reuniu representantes de órgãos públicos, academia, sociedade civil e especialistas de renome internacional, proporcionando um ambiente de reflexão e construção colaborativa sobre o futuro da gestão do fogo no Pantanal. Dentre os palestrantes internacionais tivemos Rick Anderson que falou sobre a experiência do Manejo do Fogo no Parque Nacional de Everglades (EUA); Navashni Govender que falou sobre Manejo do Fogo no Parque Nacional Kruger (África do Sul) e Emanuel de Oliveira que falou sobre Integração de conhecimentos tradicionais e científicos em Portugal. No âmbito nacional ocorreu a palestra de Geraldo Alves Damasceno Junior que falou sobre a integração entre



ciência e prática. Além desses, tivemos a participação de integrantes da gestão pública no âmbito estadual (MT e MS) e federal (MMA) que discutiram os avanços das políticas públicas voltadas para o manejo do fogo.

As discussões ocorridas durante o Seminário Internacional destacaram a importância de abordagens científicas combinadas com saberes tradicionais, evidenciando experiências bem-sucedidas como as brigadas indígenas da TI Kadiwéu, que reduziram em 80% as áreas queimadas. As discussões apontaram que o sucesso do MIF depende de três pilares principais: conhecimento técnico-científico robusto, participação ativa das comunidades locais e políticas públicas adequadas. No âmbito legal, avanços significativos foram alcançados com a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (2024) e o Plano Estadual do Mato Grosso do Sul (2021). Porém, os desafios permanecem, especialmente na harmonização entre diferentes esferas governamentais e na geração de dados climáticos regionais mais precisos. As mudanças climáticas emergem como fator agravante, alterando os ciclos naturais de inundação e seca do Pantanal, o que exige estratégias adaptativas de manejo. Soluções como queimas prescritas/controladas, monitoramento tecnológico avançado e programas de incentivo à conservação aparecem como caminhos promissores. O futuro do Pantanal depende da capacidade de integrar efetivamente conhecimento científico, práticas tradicionais e instrumentos políticos inovadores, transformando o fogo em aliado da conservação. Esta abordagem holística e participativa representa não apenas uma necessidade ambiental, mas uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável da região.

Abaixo, destacamos dez principais pontos levantados durante o evento para a efetiva implementação do MIF no Pantanal:

1. Fortalecimento de brigadas comunitárias e indígenas

- Ampliar o número de brigadas locais e garantir sua atuação contínua.
- Valorizar o conhecimento tradicional no combate e prevenção de incêndios.

2. Implementação de queimas prescritas com base científica

- Realizar queimas prescritas/controladas no início da estação seca ou após as primeiras chuvas, com frequência moderada.
- Considerar tipo de vegetação, clima e padrões de inundação.

3. Investimento em monitoramento ambiental e dados climáticos

- Expandir redes e plataformas como SIFAU e Pantanal em Alerta.
- Criar um Observatório do Fogo para centralizar dados e boas práticas.

4. Adoção do manejo adaptativo e promover a pirodiversidade

- Integrar dados sobre clima, vegetação e hidrologia.
- Manter diversidade de regimes de fogo para conservar a biodiversidade.

5. Integração de ciência e saberes tradicionais

- Estimular parcerias entre pesquisadores, comunidades locais e povos indígenas.
- Incluir esses grupos na elaboração e execução dos Planos de Manejo Integrado do Fogo (PMIF).

6. Harmonização de legislações estaduais e federais

- Alinhar normas de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com a Política Nacional de MIF.
- Criar diretrizes técnicas unificadas para autorizações e responsabilidades.

7. Fomento à pesquisa aplicada sobre regimes de fogo

- Estudar os efeitos do fogo em diferentes formações vegetais e faunísticas.
- Avaliar impactos ecológicos e sociais de diferentes estratégias de manejo.

8. Simplificação e Agilidade de autorizações para queimas prescritas


- Basear autorizações em critérios de risco e vulnerabilidade ambiental.
- Reduzir burocracia para propriedades em áreas prioritárias.

9. Incentivo a criação de Comitês Municipais de MIF

- Descentralizar a governança e aproximar a gestão das realidades locais.
- Fortalecer redes comunitárias e programas como brigadas voluntárias.

10. Estímulo a parcerias público-privadas e incentivos econômicos

- Financiar equipamentos, treinamentos e tecnologias.


- 
- Ampliar programas como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para incentivar práticas sustentáveis.

Aspectos científicos, técnicos e legais sobre o manejo integrado do fogo no Pantanal

Aspectos gerais


Incêndios ocorrem em diferentes ecossistemas em todo o mundo há milhares de anos (Bond and Keeley, 2005). Devido sua recorrente presença, em muitos ambientes, o fogo se tornou um elemento necessário para a manutenção da biodiversidade (Bond and Keeley, 2005; Simon & Pennington, 2012). No Pantanal isso não é diferente. Devido ao longo histórico da ocorrência do fogo, com registro de mais de 8 mil anos (Power et al., 2016), este elemento se tornou um fator importante no bioma. No Pantanal o fogo é capaz de moldar diferentes aspectos do ecossistema e quando manejado de forma eficaz, pode ser utilizado como uma ferramenta para conservação da biodiversidade (Oliveira et al., 2022). Por outro lado, se não manejado da forma correta pode trazer grandes impactos para a biodiversidade, economia e riscos à saúde humana de toda a região (Garcia et al., 2021; Tomas et al., 2021; Lorenz et al., 2023).

Por se tratar de uma área úmida, os incêndios no Pantanal estão associados não somente às condições climáticas, como é o caso de outros biomas, mas também possui uma relação direta com os padrões da inundação (Teodoro et al., 2022; Ferreira et al., 2022; Junk & Nunes et al., 2012; Ebert, et al., 2024). Os fatores, clima e inundação, são responsáveis pelos padrões dos incêndios no Pantanal. Somado a isso possui os padrões de ignição que podem estar relacionados a causas naturais, como raios, ou relacionado a atividades humanas, acidentais ou criminosas (Menezes et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022; Teodoro et al., 2022; Ferreira et al., 2022). Alguns exemplos são incêndios criminosos em áreas de fácil acesso ou a perda do conhecimento tradicional ligado ao uso do fogo (Menezes et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022; Teodoro et al., 2022; Ferreira et al., 2022). Esses diferentes fatores interagem elevando a complexidade nos padrões de incêndios no Pantanal. Desta forma, a alta complexidade afeta as estratégias de manejo do fogo no bioma, dificultando a tomada de decisão e o desenvolvimento de políticas de manejo eficazes.



Para melhor exemplificar, é observado que a inundação influencia nos padrões de incêndios principalmente por meio da disponibilidade de combustíveis (Damasceno-Junior et al., 2022; Menezes et al., 2022; Garcia et al., 2021; Libonati et al., 2022B). Ambientes inundados apresentam uma alta umidade, não permitindo a propagação dos incêndios (Damasceno-Junior et al., 2022; Menezes et al., 2022; Libonati et al., 2022B). Devido em algumas regiões do Pantanal a estação inundada ocorre após a estação chuvosa, principalmente no Pantanal Sul, reduzindo a disponibilidade de combustível por um período maior de tempo, promovendo assim uma redução do período de ocorrência dos incêndios (Damasceno-Junior et al., 2022; Libonati et al., 2022B). Assim, em anos de cheias intensas com cheias longas as estações de incêndio podem ser menores (Damasceno-Junior et al., 2022; Libonati et al., 2022B). Por outro lado, anos com cheias de baixa intensidade e, curta duração, os períodos de incêndios podem ser maiores (Damasceno-Junior et al., 2022; Libonati et al., 2022B). A inundação também está relacionada à continuidade dos combustíveis (Damasceno-Junior et al., 2022; Menezes et al., 2022; Garcia et al., 2021; Libonati et al., 2022B). Variações espaciais nos padrões de inundação que uma mesma região apresenta áreas secas com disponibilidade de combustível, e ambientes úmidos, com combustível indisponível, isso afeta a continuidade do combustível e como consequência os padrões dos incêndios. Assim, anos de cheias pouco intensas tendem a apresentar uma maior disponibilidade e com continuidade de combustíveis e incêndios florestais de maiores proporções (Damasceno-Junior et al., 2022; Garcia et al., 2021; Libonati et al., 2022B).

No Pantanal, o clima contribui para os padrões de incêndios de forma direta, propiciando condições climáticas favoráveis aos incêndios, e de forma indireta, pois pode alterar os padrões de inundação (Marengo et al., 2021; Teodoro et al., 2022; Ferreira et al., 2022; Ebert, et al., 2024). Os principais fatores climáticos que influenciam os incêndios no Pantanal são a temperatura e a pluviosidade (Marengo et al., 2021; de Oliveira-Junior et al., 2020; Libonati et al., 2022). Anos que apresentam uma baixa pluviosidade ou um longo período de estiagem aumentam os riscos de incêndios, pois favorecem uma baixa umidade da vegetação (Libonati et al 2022B; Thielen et al 2021; de Oliveira-Junior et al., 2020). A temperatura também apresenta um papel importante nos padrões de incêndio do bioma, anos com temperaturas muito elevadas tendem a aumentar os riscos de incêndios (Libonati et al., 2022A; Libonati et al 2022B; Thielen et al 2021). Indiretamente, o baixo volume de chuvas, também reduz a intensidade da cheia e de área alagada. Isso aumenta a disponibilidade e



continuidade do combustível, favorecendo incêndios em maiores proporções (Damasceno-Junior et al., 2022). Essa relação entre chuva e inundação, também pode apresentar um efeito acumulativo. Uma sequência de anos com baixa pluviosidade, pode levar a uma redução gradual das áreas alagadas. Assim, vários anos de baixa pluviosidade tornam secos ambientes que anteriormente eram permanentemente alagados, aumentando cada vez mais a continuidade do combustível.

Outro importante fator, capaz de definir os padrões dos incêndios florestais, são as fontes de ignição. No Pantanal as fontes de ignição podem ser atribuídas à atividade humana (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022) e as causas naturais estão relacionadas principalmente à ocorrência de raios (Menezes et al., 2022). Entretanto, os raios são responsáveis por cerca de 5% dos inícios dos incêndios no bioma (Menezes et al., 2022). Além disso, os incêndios ocasionados por uma ação natural estão relacionados principalmente aos incêndios ocorridos durante o período de verão, quando podem representar até 50% da área total queimada (Menezes et al., 2022). Os incêndios iniciados por atividade humana, podem estar associados a diferentes atividades (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022). Essa relação é caracterizada por grande parte dos focos de incêndio do bioma ser registrado próximo a vias de acesso ou área de atividade humana (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022). Outro fator, é atribuído a perda de conhecimento tradicional, visto que, o uso do fogo é uma prática tradicional da atividade pecuária que é desenvolvida na região (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022). Apesar disso, os incêndios ocasionados pela prática humana estão diretamente relacionados às condições climáticas (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022). Assim, os incêndios ocasionados pelas atividades humanas, criminosas ou acidentais, tendem a ganhar maiores proporções e intensidade em anos com maior risco de a incêndios, como em longos períodos de estiagem (Menezes et al., 2022; Marques et al., 2022; de Magalhães Neto et al., 2022).

Efeitos dos Incêndios

No Pantanal, o fogo vai atuar alterando a diversidade, riqueza e composição de espécies nos diferentes grupos taxonômicos (Cardoso, et al., 2000; da Silva et al., 2021; Schuchmann et al., 2024; Bardales et al., 2024). Além disso, altera a estrutura de comunidades, modificando a paisagem e formando ambientes característicos do bioma, como as formações monodominantes (Rivaben et al., 2021; Manrique-Pineda et al., 2021). Os estudos realizados até o momento indicam que o efeito do fogo na biodiversidade do Pantanal varia de acordo com as características do fogo, do ambiente e das espécies (Magioli, et al 2024; Moreira et al., 2023; Schuchmann et al., 2024; Arruda et al., 2016). Podendo assim, apresentar efeitos positivos ou negativos dependendo desses fatores (Magioli, et al 2024; Moreira et al., 2023; Schuchmann et al., 2024; Arruda et al., 2016). Assim, incêndios florestais com diferentes características como época de queima e intensidade podem apresentar respostas distintas. Porém, de modo geral, os incêndios de maior intensidade apresentam efeitos negativos mais acentuados, como uma maior mortalidade de indivíduos arbóreos (da Silva, et al 2021; Manrique-Pineda et al., 2021; Magioli, et al 2024).

Do mesmo modo, áreas que apresentam altas frequências de incêndios respondem de modo distinto a um evento de fogo em comparação a áreas com frequências menores (Manrique-Pineda et al., 2021; Nunes da Cunha, et al., 2004; dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023). As evidências atuais indicam que os ambientes com alta frequência de incêndio tendem a apresentar uma menor diversidade e riqueza de espécies, principalmente de plantas, e reduzir a ocorrência de espécies mais sensíveis ao fogo (Manrique-Pineda et al., 2021; Nunes da Cunha, et al., 2004; dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023). Além disso, essas áreas tendem a formar ambientes monodominantes com a presença apenas de espécies adaptadas ao fogo (Manrique-Pineda et al., 2021; Rivaben et al., 2021). Por outro lado, em ambientes com moderada frequência de incêndios, pode favorecer a ocorrência de algumas espécies ou a disponibilidade de recursos (Manrique-Pineda et al., 2021; Nunes da Cunha, et al., 2004; dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023).

Em relação aos ambientes, as formações florestais tendem a ser mais sensíveis aos eventos do fogo, podendo responder negativamente aos incêndios. Por exemplo, em áreas de mata ciliar atingidas pelo fogo, a regeneração da vegetação ocorre em alta densidade, nas


áreas não inundáveis e em baixa densidade, nas áreas atingidas pela cheia (Oliveira et al., 2014). Além disso, a inundação filtra as espécies que se regeneram após o fogo (Oliveira et al., 2014). De acordo com o nível de inundação, as áreas queimadas podem apresentar redução no número de espécies e aumento na abundância (Arruda et al., 2016). O fogo também seleciona as espécies que ocorrem nas áreas alagadas, como por exemplo, espécies que na ausência do fogo são capazes de ocorrer em regiões com nível intermediário de inundação, na presença do fogo passam a ocorrer apenas em áreas com níveis baixos de inundação (Arruda et al., 2016). Entretanto, ambientes campestres e savânicos tendem a apresentar maior resistência. No Paratudal, formação monodominante de *Tabebuia alba*, em áreas com alta frequência de fogo a riqueza e a abundância de espécies reduzem com o aumento no nível de inundação, situação inversa às áreas de menor frequência de fogo (Manrique-Pineda et al., 2021). Além disso, a interação desses dois fatores favorece a *Tabebuia aurea*, sendo importantes para a manutenção da monodominância nesse tipo de formação (Manrique-Pineda et al., 2021). Em formações monodominantes de *Cyperus giganteus Vahl* o fogo não apresentou efeitos significativos, mantendo a diversidade e riqueza de espécies (Rocha et al., 2015).

O fogo também, pode alterar outros aspectos das plantas como germinação características dos indivíduos (de Almeida Souza et al., 2019; Soares et al., 2021; dos Santos Ferreira et al., 2021). O efeito do fogo sobre esses fatores está relacionado às capacidades de resistência e tolerância das espécies em relação ao fogo (de Almeida Souza et al., 2019; Soares et al., 2021; dos Santos Ferreira et al., 2021). Em ambientes florestais, o fogo reduz a altura média das plantas, a área foliar, o conteúdo de matéria seca das folhas e as concentrações de nutrientes, enquanto aumenta a espessura da casca e da folha, estas respostas ao fogo podem causar mudanças estruturais que aumentam a proteção contra incêndios futuros (de Almeida Souza et al., 2019). A resposta da germinação das plantas pode variar de acordo com a espécie e o tipo de exposição ao fogo (Soares et al., 2021; dos Santos Ferreira et al., 2021). As sementes expostas diretamente aos incêndios apresentam uma alta taxa de mortalidade, por outro lado, se enterradas as taxas de mortalidades são baixas (Soares et al., 2021). Esse resultado muda de acordo com as espécies, por exemplo, para *Sesbania virgata*, as sementes quando enterradas, a passagem do fogo pode aumentar a taxa de germinação, enquanto para *Calliandra parviflora* o fogo leva a reduções na germinação das sementes (Soares et al., 2021; dos Santos Ferreira et al., 2021). Além disso, diferentes regimes

de fogo podem levar a uma disponibilidade contínua de flores e frutos, o que é essencial para manter a biodiversidade (dos Santos Ferreira et al., 2023).

Da mesma forma que para a flora, o efeito do fogo nas comunidades de animais também varia de acordo com os diferentes grupos taxonômicos e características do incêndio (Schuchmann et al., 2024; Magioli et al., 2024; Bardales et al., 2024). Além disso, os incêndios podem apresentar efeitos diretos, causando a mortalidade de indivíduos (Tomas et al., 2021), ou indiretos, promovendo alterações nos habitats e na disponibilidade de recursos (De Barros et al., 2022; dos Santos Ferreira, et al., 2023). Por exemplo, os incêndios de 2020, afetaram diretamente as populações animais devido à morte de milhões de vertebrados terrestres (Tomas et al., 2021) e afetaram indiretamente, grandes áreas de habitats de espécies como a Arara-azul e a Onça Pintada (De Barros et al., 2022; dos Santos Ferreira, et al., 2023). Outro efeito associado aos incêndios é a mudança nos padrões de diversidade, riqueza e composição de espécies (Arrua et al., 2023; Magioli et al., 2024; Bardales et al., 2024; Moreira et al., 2023). O fogo reduz a riqueza e diversidade de espécies de aves em ambientes queimados, entretanto esse efeito varia de acordo com o tipo de ambiente e as características dos incêndios (Schuchmann et al., 2024). Para comunidades de mamíferos, o efeito também varia de acordo com o tipo de vegetação (Magioli et al., 2024; Bardales et al., 2024). Em ambientes florestais monodominantes o fogo possui efeitos negativos acentuados, reduzindo a diversidade e abundância das espécies, contudo em ambientes florestais com maior diversidade a comunidade de mamíferos possui uma maior resiliência aos eventos de incêndio (Magioli et al., 2024). Em uma comunidade de anuros o efeito do fogo variou de acordo com a espécie, aumentando a abundância de algumas espécies e reduzindo a de outras (Moreira et al., 2023). Para dois grupos de invertebrados, os Solifugios e Coleoptera, os incêndios apresentaram efeito positivo, aumentando a abundância ou não alterando a composição das espécies (Arrua et al., 2023; Gonçalves et al., 2022).

Em relação aos efeitos dos incêndios sobre as populações humanas, ainda existem poucos estudos no Pantanal. Entretanto, se sabe que os materiais particulados lançados durante os eventos de incêndios pioram a qualidade do ar (Lorenz et al., 2023, 2024). Essa piora da qualidade do ar leva ao aumento das hospitalizações por doenças respiratórias (RDH) em até 34% em anos de seca (Lorenz et al., 2023, 2024). Isso ocorre principalmente em crianças e idosos que apresentam maior vulnerabilidade às doenças respiratórias (Lorenz et




al., 2023, 2024). Além disso, os incêndios também geram grandes perdas econômicas e colocam vidas em risco devido ao contato direto com o fogo.

Indicações de manejo

O manejo do fogo no Pantanal é amplamente defendido em todos os estudos realizados até o momento (e.g., Libonati et al., 2020; Garcia et al., 2021; Rossi & Santos 2020; Junk & Nunes da Cunha, 2012; Berlinck et al., 2021A). Devido a estar presente no bioma por um longo período de tempo, o registro mais antigo possui cerca de 12 mil anos (Power et al., 2016), o fogo se tornou um importante elemento na dinâmica do bioma. Assim, a sua remoção completa pode trazer impactos negativos à biodiversidade. Entretanto, incêndios com características distintas dos regimes de queima naturais, como incêndios em épocas inadequadas, de alta intensidade ou alta recorrência, levam a grandes perdas de biodiversidade, econômicas e para a saúde das populações humanas da região (Libonati et al., 2020; Garcia et al., 2021; Tomas et al., 2021). Um exemplo são os incêndios de 2020, que geraram grandes perdas ao bioma (Libonati et al., 2020; Garcia et al., 2021; Tomas et al., 2021). Além disso, em algumas regiões do bioma as frequências de incêndios ou a ocorrência de incêndios de grande magnitude podem estar associadas a ausência do manejo ou a políticas de supressão do fogo (de Oliveira-Junior et al., 2002, Silva et al., 2024). Por outro lado, em regiões manejadas pode haver uma redução das áreas queimadas e manutenção dos regimes naturais de queima (Oliveira et al., 2022A; dos Santos Ferreira et al., 2024). Um exemplo, é a TI Kadiwéu, onde o manejo do fogo realizado por brigadas indígenas reduziu em até 80% a área queimada, mesmo em anos com condições climáticas favoráveis (Oliveira et al., 2022A).


No Pantanal os regimes de incêndios e o efeito do fogo podem variar de acordo com as condições do local, assim, o manejo do fogo deve considerar as especificidades de suas diferentes regiões (Menezes et al., 2022; de Oliveira-Junior, et al., 2020; Schuchmann et al., 2024). Entretanto, muitos estudos enfatizam a necessidade de ampliar a compreensão dos padrões dos incêndios (e.g. Soriano et al., 2015; Santos et al., 2016; Kumar et al., 2022). Além disso, é evidenciado a necessidade de uma melhor compreensão da interação entre os incêndios, as inundações, os padrões climáticos, a vegetação e a ação humana (Libonati et al., 2020; Kumar et al., 2022; Schuchmann et al., 2024; Correia et al., 2022; de Oliveira-Junior et



al., 2002). Essas informações são essenciais na tomada de decisão e para a realização de um manejo do fogo mais eficaz. É necessário, também, maior integração entre os setores que atuam com a temática no bioma (Tomas et al., 2021; Oliveira et al., 2022B; Lorenz et al., 2024). A integração entre o setor público, privado e a sociedade é pontuado como um dos pontos para o desenvolvimento do manejo do fogo na região (Tomas et al., 2021; Oliveira et al., 2022B; Lorenz et al., 2024). Além disso, deve levar em consideração a integração entre conhecimento científico e tradicional, buscando o aprimoramento das estratégias de manejo (de Magalhães Neto et al., 2022; Oliveira et al., 2022A).

Nesse sentido, o Manejo Integrado do Fogo (MIF) é proposto por vários estudos como uma estratégia de manejo adequada para o bioma (e.g., Martins et al., 2022; Ribeiro & Pereira 2023). O MIF visa um manejo adaptativo, integrando o conhecimento científico, tradicional e as estratégias de manejo. É indicado a utilização de formas diversificadas de ferramentas de manejo, como a educação e sensibilização quanto aos incêndios, uso de aceiros, queima prescrita, e formação e treinamento de brigadas (Tomas et al., 2021; Martins et al., 2022; Ribeiro & Pereira 2023; Rivaben et al., 2021). Particularmente a queima prescrita e as brigadas ganham destaque (e.g., Martins et al., 2022; Ribeiro & Pereira 2023; Rivaben et al., 2021; Berlinck et al., 2021B). Em relação às brigadas é sugerido a ampliação no número de brigadas e a contratação por períodos maiores de tempo (Ribeiro & Pereira 2023; Oliveira et al., 2022A; de Magalhães Neto et al., 2022). Segundo os estudos, a queima prescrita deve ser realizada com o objetivo de redução da carga de combustível, levando em consideração o ambiente, período adequado e a frequência do fogo (Magioli et al. 2024; Martins et al., 2022; Ribeiro & Pereira 2023; Rivaben et al., 2021; Berlinck et al., 2021B; Pineda Valles et al., 2023). Além disso, é sugerido que um dos objetivos da queima prescrita e do manejo do fogo como um todo, deva ser a promoção da diversidade de regimes de fogo, ou a pirodiversidade (dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023; 2021). Esse termo se refere a diversidade de regimes de queima, diz que em regiões propensas aos incêndios a manutenção de áreas com diferentes características de incêndio, como a frequência de fogo, permite uma maior diversidade de espécies (Jones et al., 2022; Steel et al., 2024).

Atualmente, sabemos que os ambientes florestais tendem a ser mais sensíveis, ou apresentar um conjunto de espécies com menor número de adaptações ao fogo (Rivaben et al., 2021; Arruda et al., 2016; de Almeida Souza et al., 2019; da Silva et al., 2021). Por outro lado,



os ambientes campestres e savânicos são propensos aos incêndios e possuem um conjunto de espécies com um maior número de adaptações ao fogo (Manrique-Pineda et al., 2021; Junk & Nunes da Cunha 2012; Pozer & Nogueira, 2004). Assim, algumas das recomendações sugeridas nos estudos é o manejo dos ambientes campestres e savânicos, visando redução da carga de combustível e a proteção dos ambientes florestais (Pineda Valles et al., 2023; Berlinck et al., 2021B; Junk & Nunes da Cunha 2012; Pozer & Nogueira, 2004). O período de ocorrência dos incêndios e a sua recorrência, também são fatores importantes na elaboração de estratégias de manejo (dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023; 2021; Cardoso et al., 2000). Poucos estudos buscaram entender esses padrões dentro do Pantanal, contudo, os estudos que abordaram esse tema sugerem que as estratégias de manejo, principalmente quando se utilizam da queima prescrita, devem ser realizadas no início da estação seca e com frequências de queima de baixa a moderada (dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023; 2021; Cardoso et al., 2000; Manrique-Pineda et al., 2021). Isso porque, os incêndios com essas características apresentaram os menores impactos na biodiversidade (dos Santos Ferreira et al., 2024; 2023; 2021; Cardoso et al., 2000; Manrique-Pineda et al., 2021). Entretanto, o Pantanal possui um grande número de formações vegetais e ambientes, que podem responder de modo distinto ao fogo. Por esse motivo, ampliar o conhecimento sobre a temática, como mencionado, é de extrema importância para o desenvolvimento de estratégias de manejo eficaz.

Legislação sobre manejo do fogo para o Pantanal

Para tratar dos aspectos legais sobre o MIF no Pantanal é necessário que se faça a abordagem em três esferas jurídicas distintas: uma na esfera federal, outra no âmbito do estado do Mato Grosso do Sul e por último no Estado do Mato Grosso.

Apresentamos aqui uma análise comparativa sintética entre as diferentes legislações existentes, destacando inovações alcançadas por cada uma, conflitos entre elas e direcionamentos para convergência entre as normas.

Abaixo apresentamos uma tabela com os principais regramentos legais existentes referentes ao tema fogo.

Norma	Tipo	Número	Ano	Esfera	Estado	Objetivo
Uso do fogo em áreas rurais	Lei	9.584	04/07/2011	Estadual	MT	Define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais, e dá outras providências.
Comitê para o Combate do Desmatamento Ilegal, a Exploração Florestal Ilegal e aos Incêndios Florestais	Decreto	390	04/03/2020	Estadual	MT	Cria o Comitê Estratégico para o Combate do Desmatamento Ilegal, a Exploração Florestal Ilegal e aos Incêndios Florestais - CEDIF-MT
Segurança contra incêndios	Lei ordinária	12.149	16/06/2023	Estadual	MT	Dispõe sobre a segurança contra incêndio e pânico no Estado de Mato Grosso e dá outras providências.
Segurança contra incêndios florestais	Norma Técnica	48	02/08/2022	Estadual	MT	Estabelece medidas de segurança contra incêndios florestais nas áreas públicas e privadas de terra selvagem, tais como florestas, área de reflorestamento, proteção ambiental, unidade de conservação atendendo às exigências da legislação de segurança contra incêndio e pânico do Estado de Mato Grosso.

Emergência ambiental e proibição uso do fogo	Decreto	827	18/04/2024	Estadual	MT	Declara estado de emergência ambiental, dispõe sobre o período proibitivo de queimadas e constitui a Sala de Situação Central no Estado de Mato Grosso
Código de Segurança contra Incêndio, Pânico	Lei	4.335	10/04/2013	Estadual	MS	Institui o Código de Segurança contra Incêndio, Pânico e outros Riscos, no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul.
Manual Licenciamento Ambiental	Resolução/SEMADE	9	13/5/2015	Estadual	MS	Estabelece normas e procedimentos para o licenciamento ambiental estadual
Comitê interinstitucional de Prevenção e combate aos Incêndios Florestais	Decreto	9.949	16/06/2000	Estadual	MS	Institui o Comitê interinstitucional de Prevenção e combate aos Incêndios Florestais para o Estado de Mato Grosso do Sul
Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo	Decreto	15.654	19/04/2021	Estadual	MS	Institui o Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo
Medidas básicas de prevenção e segurança contra incêndios florestais	Norma Técnica/CBM	45	08/07/2021	Estadual	MS	Medidas básicas de prevenção e segurança contra incêndios florestais nas superfícies com cobertura vegetal no Estado de Mato Grosso do Sul
Autorização Ambiental para execução do Plano de Manejo Integrado do Fogo – PMIF.	Portaria/Imasul	1.259	05/06/2023	Estadual	MS	Institui o procedimento administrativo para obtenção de Autorização Ambiental para execução do Plano de Manejo Integrado do Fogo – PMIF
Lei do Pantanal	Lei	6.160	18/12/2023	Estadual	MS	Dispõe sobre a conservação, a proteção, a restauração e a exploração ecologicamente sustentável da Área de Uso Restrito da Planície Pantaneira (AUR-Pantanal), no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul, e cria o Fundo Estadual de Desenvolvimento Sustentável do Bioma Pantanal.

Suspende as autorizações de queima controlada	Portaria/Im azul	1427	10/06/2024	Estadual	MS	Suspende os efeitos das Autorizações Ambientais de "QUEIMA CONTROLADA" pelo prazo de 180 dias
Autoriza construção de aceiros e uso do fogo em áreas críticas	Decreto.	"E" 10	27/03/2024	Estadual	MS	Declara "Estado de Emergência Ambiental", pelo prazo de 180 (cento e oitenta) dias, para todo o Estado de Mato Grosso do Sul, em razão das condições climáticas que favorecem a propagação de focos de incêndios florestais sem controle, sobre qualquer tipo de vegetação, acarretando queda drástica na qualidade do ar.
Lei Crimes Ambientais	Lei	9.605	12/02/1998	Federal	-	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Regulamento da Lei de Crimes ambientais	Decreto	6.514	22/07/2008	Federal	-	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente
Código Florestal	Lei	12.651	25/05/2012	Federal	-	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa;
Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo	Lei	14.944	31/07/2024	Federal	-	Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo e altera as Leis nºs 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei dos Crimes Ambientais)
Comitê Nacional de Manejo Integrado do Fogo e o Centro Integrado Multiagência de Coordenação Operacional Federal.	Decreto	12.173	10/09/2024	Federal	-	Dispõe sobre o Comitê Nacional de Manejo Integrado do Fogo e sobre o Centro Integrado Multiagência de Coordenação Operacional Federal.


Resolução COMIF	Resolução	01	21/01/2024	Federal	-	Estabelece o Regimento Interno do Comitê Nacional de Manejo Integrado do Fogo - COMIF.
Resolução COMIF	Resolução	02	21/03/2025	Federal	-	Dispõe sobre os Planos de Manejo Integrado do Fogo e sobre as medidas de prevenção e preparação aos incêndios florestais em imóveis rurais

Como o Pantanal abrange dois estados da nação, há regramentos específicos em cada estado que trata o fogo de formas distintas. Além disso, existem as normas federais, que tratam o bioma em sua totalidade e dessa forma, as normas estaduais devem se adequar às normas federais, caso haja divergências.

No Estado do Mato Grosso (MT) não há uma norma específica que trate o fogo para o bioma Pantanal. A Lei nº 9.584/2011 estabelece procedimentos para proibição e emissão de autorizações de queima controlada para todo o território do estado. Destaca-se a obrigatoriedade da construção de aceiros de no mínimo três metros para a realização das queimas controladas e que deve ser duplicado quando se destinar à proteção de áreas de florestas e de vegetação natural. Há ainda, outro ponto importante é a imposição da necessidade de realização de vistoria prévia para emissão de autorizações de queima controlada em áreas sujeitas a regime especial de proteção, o que é o caso do Pantanal.

Em Mato Grosso do Sul (MS) há legislação semelhante quando se trata de emissões de autorizações de queima controlada, e a Resolução SEMADE nº 09/2015. A documentação exigida para a obtenção das autorizações vai depender do tamanho da área e do material a ser queimado, e se está ou não inserida em UC. De acordo com a categoria da queima, é necessária documentação específica, mais ou menos detalhada. A construção de aceiros não é citada explicitamente na norma, contudo é uma atividade que é isenta de autorização quando menor de dez metros de largura.


Ambos os estados apresentam estrutura bastante semelhante quando se trata de normas e procedimentos para a gestão do fogo em seus territórios. Um exemplo são as leis estaduais de segurança contra incêndio e pânico, regulamentadas através de Normas Técnicas



(NT) elaboradas e expedidas pelos Corpos de Bombeiros Militares (CBM) de cada estado. Estes regramentos trazem informações e definições de termos utilizados na gestão do fogo, requisitos e equipamentos mínimos para constituição de brigadas de prevenção e combate aos incêndios florestais. Trazem ainda, procedimentos para que propriedades rurais particulares consigam Atestado de Conformidade de prevenção contra incêndios florestais. Normas anuais de suspensão dos efeitos das autorizações de queima controlada nos estados também são emitidas por ambos quando as condições climáticas estão desfavoráveis para a execução segura e controlada do uso do fogo. Outra estrutura existente em ambos os estados para responder à gestão do fogo é a organização através de Comitês interinstitucionais para discutir, planejar e executar ações integradas de prevenção e combate aos incêndios florestais.

Apesar das semelhanças apresentadas acima, o MS publicou outros regramentos específicos para o bioma Pantanal e outros voltados ao tema fogo recentemente. Em 2021, o MS publicou, através de um decreto do governo estadual, o Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo (PEMIF), antecipando a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (PNMIF), publicada somente em 2024. Diversos avanços foram conquistados com este PEMIF, tais como reconhecer o uso do fogo como uma ferramenta de manejo para a evitação de incêndios florestais através da instituição queima prescrita e a criação de diversos instrumentos para a execução da gestão integrada do fogo em território sul mato-grossense. Além de criar a PEMIF, o governo do MS já a regulamentou através de uma portaria, onde definiu regras e procedimentos para a elaboração do plano de manejo integrado do fogo. Este plano pode ser realizado para uma propriedade privada ou unidade de conservação. Nele se prevê o estudo, indicações de ações tanto para áreas que necessitam de proteção contra o fogo quanto para áreas que necessitam de serem manejadas através de queimas prescritas.

Outro avanço que o MS realizou com relação ao bioma Pantanal, foi a publicação da conhecida “Lei do Pantanal”. A Lei Nº 6.160/23, tem como principais objetivos: estabelecer diretrizes para a conservação e proteção da Área de Uso Restrito da Planície Pantaneira (AUR-Pantanal) em MS, promover a restauração ecológica das áreas degradadas dentro do Pantanal, definir normas para a exploração ecologicamente sustentável da região, garantindo que as atividades econômicas não prejudiquem o meio ambiente e criar o Fundo Estadual de Desenvolvimento Sustentável do Bioma Pantanal, destinado a financiar projetos e ações de conservação e desenvolvimento sustentável. A lei está em total consonância com os regramentos publicados anteriormente e reconhece o uso do fogo como parte de processos ecológicos e de práticas dos povos indígenas e das comunidades tradicionais.




Com relação às normas federais, o fogo é abordado de diferentes formas. Na Lei de Crimes Ambientais e seu respectivo Decreto, o uso irregular do fogo é considerado uma infração que pode gerar pena de multa e prisão. O Código Florestal também prevê penas para o uso irregular do fogo e prevê ações de reparar os danos causados ao meio ambiente. Além disso, essa lei destaca a importância de prevenção e controle do fogo como atividades imprescindíveis à proteção da vegetação nativa. Ainda, possibilita o uso do fogo através de autorizações de queima controlada expedida pelos órgãos ambientais estaduais e colocou a obrigação do governo federal estabelecer uma política nacional de manejo, controle de queimadas, prevenção e combate aos incêndios florestais.

Para responder essa determinação imposta pelo Código Florestal, o Governo Federal elaborou e publicou a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo. Essa norma foi construída através de um longo processo participativo e isso pode ser observado da descrição do primeiro princípio desta lei:

é de “...responsabilidade comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em articulação com a sociedade civil organizada e com representantes dos setores produtivos, na criação de políticas, programas e planos que promovam o manejo integrado do fogo”

Da mesma forma da PEMIF, a PNMIF reconhece a importância do fogo nos processos ecológicos, na economia de diferentes populações, nas expressões culturais e sociais de povos tradicionais, e o seu conhecimento do uso associado. Estabelece um programa de brigadas florestais que, a nível estadual, quando voluntárias ou particulares, devem ter a sua homologação através do CBM. Estabelece o Sistema Nacional de Informações sobre Fogo (Sisfogo) como ferramenta de gerenciamento das informações sobre incêndios florestais, queimas controladas e queimas prescritas em todo território nacional. Para realizar a governança do MIF em território nacional, fica constituído o Comitê Nacional de Manejo Integrado do Fogo, órgão de caráter consultivo e deliberativo, que tem como principal atribuição acompanhar as ações de execução do MIF no Brasil. A PNMIF cria o Centro Integrado Multiagência de Coordenação Federal (CIMAN) vinculado ao Comitê. Este tem caráter operacional com a função de monitorar e articular as ações de prevenção, de controle e de combate aos incêndios florestais.

No início de sua atuação, o COMIF publicou duas resoluções, sendo a primeira de caráter mais gerencial, onde estabelece o seu regimento interno, trazendo regras e diretrizes



para o funcionamento do comitê, como estrutura organizacional e atribuições. A segunda resolução é de ordem mais prática e estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Manejo Integrado do Fogo (PMIF). Imputa a obrigatoriedade de elaboração do PMIF a toda propriedade rural que irá realizar queimas prescritas ou estejam localizadas em áreas prioritárias para a prevenção de incêndio. De acordo com esta resolução, o PMIF deve conter: diagnóstico ambiental, descrevendo as condições climáticas, vegetação e histórico de incêndios da região; mapeamento de riscos; plano de resposta a um incidente com fogo e; trazer indicadores de monitoramento das ações implementadas. Além disso, há exigência que o PMIF seja revisado e atualizado a cada quatro anos.

Seminário

Panorama do Evento

O Seminário Internacional de Manejo Integrado do Fogo no Pantanal foi realizado com o objetivo de promover a troca de experiências nacionais e internacionais, discutir avanços e desafios para a implementação do Manejo Integrado do Fogo (MIF) no Pantanal. O evento reuniu representantes de órgãos públicos, academia, sociedade civil e especialistas de renome internacional, proporcionando um ambiente de reflexão e construção colaborativa sobre o futuro da gestão do fogo no Pantanal. Organizado pelo Instituto SOS Pantanal, Onçafari e Ministério Público de Mato Grosso do Sul, o evento contou com o apoio de instituições como Klabin, Refúgio Ecológico Caiman e Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Socioambiental. Dentre os palestrantes internacionais tivemos Rick Anderson que falou sobre a experiência do Manejo do Fogo no Parque Nacional de Everglades (EUA); Navashni Govender que falou sobre Manejo do fogo no Parque Nacional Kruger (África do Sul) e Emanuel de Oliveira que falou sobre integração de conhecimentos tradicionais e científicos em Portugal. No âmbito nacional ocorreu a palestra de Geraldo Alves Damasceno Junior que falou sobre a integração entre ciência e prática. Além desses, tivemos a participação de integrantes da gestão pública no âmbito estadual (MT e MS) e federal (MMA) que discutiram os avanços das políticas públicas voltadas para o manejo do fogo.


Resultados

Essa ampla gama de atores e representantes de diferentes instituições nacionais e internacionais proporcionou ao evento um diagnóstico aprofundado da situação do MIF no Pantanal, identificando gargalos e potencialidades, e reunindo subsídios importantes para a regulamentação da Plano Nacional de Manejo Integrado do Fogo (PNMIF) e a construção de políticas públicas mais integradas e efetivas. A partir das experiências compartilhadas e discussões realizadas, ficou claro que o sucesso do manejo do fogo no Pantanal dependerá da união entre ciência, saber tradicional, ação comunitária e políticas públicas inovadoras, sempre considerando as especificidades ambientais e sociais da planície pantaneira.

Entre os principais resultados, ressalta-se a necessidade de uma governança colaborativa, a ampliação de brigadas locais e comunitárias, a valorização do conhecimento tradicional, a promoção do manejo adaptativo e o desenvolvimento de critérios mais abrangentes para avaliação dos impactos do fogo. O evento também reforçou a urgência de fortalecer o monitoramento ambiental, implementar projetos-piloto de queima prescrita com calendários específicos e fomentar o envolvimento ativo de comunidades locais e proprietários rurais como protagonistas nas estratégias de prevenção e manejo de incêndios florestais. Abaixo descrevemos de forma detalhada os principais tópicos abordados no evento.

Panorama e Avanços Legais no Manejo Integrado do Fogo

Durante o Seminário foi amplamente discutido o novo panorama legal brasileiro relacionado ao manejo do fogo, que passou a contar com instrumentos mais modernos e adequados às realidades ecológicas e sociais do país. Um dos principais avanços destacados foi a aprovação da Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (PNMIF), instituída pela Lei nº 14.944/2024. Essa política representa uma mudança de paradigma, ao reconhecer o fogo não apenas como um risco, mas também como uma ferramenta de manejo ecológico e cultural. A criação do Comitê Nacional de Manejo Integrado do Fogo (COMIF) foi outro ponto celebrado. O COMIF é o órgão responsável pela coordenação da política em âmbito nacional, reunindo representantes da União, estados, municípios, sociedade civil e setor privado. Dois




instrumentos importantes já foram publicados pelo Comitê: a primeira resolução, que estabelece o seu regimento interno, e a segunda, que define diretrizes para elaboração dos Planos de Manejo Integrado do Fogo (PMIF), obrigatórios para propriedades que pretendam realizar queima prescrita ou que estejam em áreas prioritárias para prevenção.

No âmbito estadual, o Mato Grosso do Sul foi apontado como um dos estados mais avançados, tendo instituído seu próprio Plano Estadual de Manejo Integrado do Fogo (PEMIF) ainda em 2021, antecipando a política nacional. Além disso, o estado publicou a Lei do Pantanal (Lei nº 6.160/2023), que reconhece a importância do fogo para os processos ecológicos do bioma e estabelece diretrizes para o seu uso sustentável, vinculadas a práticas de conservação e recuperação ambiental. Também foi destacado o fortalecimento dos instrumentos legais voltados à prevenção, combate e responsabilização em casos de incêndios florestais. Adicionado a isso, portarias de emergência ambiental e resoluções técnicas foram apontadas como ferramentas essenciais para a gestão adaptativa do risco de fogo, principalmente em cenários de agravamento das mudanças climáticas.

As discussões ressaltaram ainda que os avanços legais não devem se limitar à criação de normas, mas precisam ser acompanhados de sua efetiva implementação, da articulação entre diferentes esferas de governo e da construção de mecanismos de participação social. A integração entre a legislação federal e estadual foi considerada essencial para a efetividade do manejo integrado no Pantanal, respeitando as peculiaridades locais e fortalecendo a governança compartilhada.

Experiências internacionais

As experiências internacionais tiveram destaque especial, trazendo importantes lições para a construção de estratégias eficazes de manejo no Brasil. As experiências sobre o manejo do fogo no Parque Nacional Everglades (EUA) enfatizaram que o manejo do fogo deve integrar ciência qualificada, aspectos sociais e responsabilidade comunitária. Foi citado que no Everglades o direito de usar o fogo vem acompanhado da responsabilidade de treinamento e respeito ao meio ambiente, destacando a necessidade de decisões embasadas em dados consistentes e da adaptação das práticas frente às mudanças no uso do solo. De forma




semelhante, às experiências de manejo no Parque Nacional Kruger (África do Sul) ressaltaram a efetividade de um modelo de manejo adaptativo baseado em registros científicos extensivos, pirodiversidade e manejo diferenciado por zonas, ressaltando a importância da ciência contínua e da participação comunitária na gestão do fogo.

As experiências compartilhadas sobre o manejo do fogo em Portugal ressaltaram a importância da recuperação do uso tradicional do fogo. Em Portugal, houve um processo de resgate e adaptação do conhecimento tradicional às necessidades atuais de gestão do território, envolvendo comunidades locais na formação de profissionais especializados em fogo técnico. Durante sua apresentação o palestrante destacou que o Brasil é um centro de conhecimento sobre o uso do fogo, sendo historicamente tanto exportador quanto importador de técnicas, o que confere uma riqueza cultural e prática que deve ser valorizada. A abordagem portuguesa reforçou a ideia de que o sucesso no manejo integrado depende da combinação entre tradição, ciência e inovação, sempre levando em consideração as mudanças climáticas e as transformações da paisagem.

Em síntese, as experiências internacionais evidenciaram que o MIF deve adotar uma abordagem adaptativa, baseada em dados científicos de qualidade, integrada às práticas e saberes locais. Foi consensual entre os participantes que o aprendizado contínuo, a flexibilidade de estratégias conforme o tipo de ambiente e o fortalecimento da participação comunitária são elementos fundamentais para o sucesso das políticas públicas de manejo. As lições trazidas pelos palestrantes internacionais mostraram que, para além de técnicas específicas, é essencial desenvolver uma cultura de manejo responsável e articulada com as realidades ecológicas e sociais de cada região.

Desafios regionais:

Dentre os desafios regionais levantados durante o evento foi destacado a complexidade do Pantanal, onde fatores como a interação entre ciclos de inundação, mudanças climáticas e atividades humanas amplificam os riscos de incêndios descontrolados. A escassez de dados climáticos específicos para o bioma foi apontada como um obstáculo crítico, dificultando a previsão de períodos seguros para queimas prescritas e a definição de estratégias adaptativas.



Além disso, a coexistência de legislações estaduais divergentes (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) e a falta de harmonização com normas federais foram reconhecidas como entraves à implementação de políticas eficazes, exigindo maior articulação interfederativa e a convergência de critérios técnicos.

A inundação também recebeu destaque entre as discussões. Foi abordado a interdependência entre os ciclos de inundação e os regimes de fogo como elemento central na dinâmica do Pantanal, onde as cheias regulam a disponibilidade e a continuidade de combustíveis vegetais, limitando a propagação de incêndios em anos de alagamentos intensos, mas ampliando riscos em períodos de seca prolongada. As mudanç as climáticas, com a redução de chuvas e o aumento de ondas de calor, foram apontadas como fatores críticos que alteram os padrões hidrológicos, encurtando períodos de alagamento e ampliando áreas secas propícias a incêndios de grande escala. Essa interdependência entre esses fatores, destaca a necessidade de considerar a inundação nas tomadas de decisões relacionadas ao fogo, pois mudanç as no regime hidrológico podem alterar os regimes de incêndio.

Para enfrentar esse cenário, discutiu-se a necessidade de manejo adaptativo, integrando dados sobre ciclos de inundação ao planejamento de queimas prescritas, priorizando áreas com menor resiliência e promovendo a pirodiversidade para equilibrar conservação e prevenção. Além disso, as soluções discutidas, ressaltaram a importância do MIF como abordagem multifacetada, combinando ciência, conhecimento tradicional e gestão territorial. Experiências internacionais, como as dos Parques Nacionais dos Everglades (EUA) e do Kruger (África do Sul), trouxeram *insights* sobre a adaptação de regimes de fogo   especificidades locais, destacando a necessidade de sistemas de monitoramento robustos. A simplificação de processos de autorização para queimas prescritas, baseada em critérios de risco, e o fortalecimento de brigadas comunitárias e indígenas foram propostas como medidas prioritárias para reduzir a área queimada e promover resiliência.


Como resultados imediatos, o evento consolidou a urgência de integrar políticas públicas com a es locais, ampliando a participação de comunidades tradicionais e proprietários rurais na governanç a do fogo. A proposta de pilotos de queima prescrita, aliada a um calendário regional, emergiu como caminho prático para testar estratégias adaptativas,

enquanto a valorização do conhecimento indígena e o investimento em tecnologias de monitoramento reforçaram o compromisso com uma gestão baseada em evidências e inclusiva.

Governança e participação social

O seminário destacou a governança multinível como pilar central para a implementação do MIF no Pantanal, enfatizando a necessidade de articulação entre instituições federais, estaduais, municipais, setor privado e comunidades locais. A criação do Comitê Nacional de MIF (COMIF) e dos comitês estaduais, como o de Mato Grosso do Sul, foi reconhecida como avanço estrutural. Entretanto foi reconhecida uma urgência na harmonização de políticas entre os estados de MT e MS. A Política Nacional de MIF (PNMIF) e o Plano Estadual de MIF (PEMIF/MS) foram apontados como marcos legais essenciais, mas ainda desafiadores devido à sobreposição de normas e à falta de clareza nas responsabilidades. A atuação do Ministério Público de Mato Grosso do Sul (MPMS) e a integração de sistemas como o CIMAN Federal e o Sistema de Inteligência do Fogo em Áreas Úmidas (SIFAU - <https://www.alarmes.lasa.ufrr.br/platform/login>) demonstraram progressos na gestão de dados, mas persistem lacunas na interoperabilidade entre plataformas e na descentralização de decisões para municípios e territórios indígenas.

A participação social emergiu como tema crítico, com destaque para o papel das comunidades tradicionais e indígenas na construção de soluções adaptativas. Experiências como as brigadas indígenas da TI Kadiwéu, que reduziram em 80% a área queimada mesmo em anos secos, ilustraram a eficácia do conhecimento tradicional aliado a estratégias técnicas. O seminário ressaltou a importância de programas como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que valorizam práticas locais de manejo, a necessidade de incluir esses grupos na elaboração de planos de ação e na fiscalização. Contudo, críticas foram levantadas sobre a participação, com relatos de consultas superficiais e falta de representatividade efetiva em comitês. A experiência de Portugal, onde o resgate do uso tradicional do fogo foi adaptado a políticas públicas, inspirou propostas para formalizar parcerias com associações locais e garantir repartição de benefícios.




Também foi destacado a necessidade de criação de Comitês Municipais de MIF e a priorização de projetos que fortalecem redes comunitárias, como o Programa de Brigadas Voluntárias e a Operação Infravermelho realizada pelo CBM/MT (<https://bombeiros.lab.mt.gov.br/w/corpo-de-bombeiros-inicia-opera%C3%A7%C3%A3o-para-coibir-o-uso-irregular-do-fogo-em-mt>). A simplificação de autorizações para queimas prescritas em propriedades prioritárias e a regulamentação do diálogo com a Funai foram reconhecidas como passos urgentes. Além disso, a Lei do Pantanal (MS), ao integrar comunidades tradicionais na governança, foi elogiada como modelo a ser replicado. Por fim, destacou-se a necessidade de capacitação contínua de gestores públicos e lideranças locais, aliada a investimentos em plataformas digitais acessíveis, para garantir transparência e responsabilização. Além disso, a governança inclusiva e a participação social qualificada foram definidas como eixos imprescindíveis para a sustentabilidade do bioma.

Ferramentas e estratégias de apoio

Outro ponto central nas discussões do evento foi a importância de ferramentas tecnológicas e sistemas de monitoramento para embasar as tomadas de decisão. Destacaram-se sistemas como o CIMAN Federal e o SIFAU, que integra dados sobre risco de incêndio, histórico de áreas queimadas e acumulação de material combustível e oferece essas informações de forma intuitiva para gestores e proprietários rurais. Experiências internacionais, como o uso de ciência de dados no Parque Nacional Kruger (África do Sul) e a gestão adaptativa no Everglades (EUA), reforçaram a necessidade de plataformas interligadas e atualizadas em tempo real. Nesse ponto foi colocado como um grande gargalo para o Pantanal a escassez de dados climáticos regionais, assim como outros tipos de informações, como de biodiversidade e padrões hidrológicos. A superação desse gargalo exige investimentos em redes de sensores e levantamento de informações primárias em larga escala, além de parcerias com instituições de pesquisa e projetos para ampliar o conhecimento sobre o Pantanal.

Entre as estratégias operacionais, destacou-se a queima prescrita como ferramenta chave para reduzir o acúmulo de combustíveis e evitar mega incêndios, aliada a critérios técnicos como época adequada e monitoramento pós-queima. Apesar de ser uma importante



ferramenta, também foi ressaltado a ideia de que o Manejo Integrado do Fogo não se resume à queima prescrita. Assim, as estratégias devem apresentar uma visão mais ampla de todos os seus aspectos, sejam eles sociais, econômicos e ambientais. Nessa linha, programas como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) foram propostos para incentivar proprietários rurais a adotarem práticas preventivas, enquanto a formação de brigadas comunitárias e indígenas — como as da TI Kadiwéu — mostrou resultados concretos na redução de áreas queimadas. A simplificação de processos de autorização para o MIF, baseada em análises de risco, também foi defendida para agilizar ações em propriedades prioritárias. Entretanto, também foi enfatizada a importância dos sistemas de responsabilização, nesse sentido a Operação Infravermelho (MT), que combate incêndios via satélite e responsabiliza infratores, foi citada como modelo de eficiência.

Como resultados, o evento consolidou a priorização de investimentos em tecnologia e a implementação de pilotos de queima prescrita com calendários regionais. A PNMIF e os planos estaduais (como o PEMIF/MS) foram reconhecidos como arcabouços essenciais, mas demandam ajustes para incorporar ferramentas digitais e capacitação técnica em escala. A integração de conhecimento tradicional (como técnicas indígenas de manejo) com inovações científicas emergiu como estratégia transversal, reforçada pela proposta de um Observatório do Fogo para centralizar dados e boas práticas. Por fim, ressaltou-se a urgência de parcerias público-privadas para financiar equipamentos, treinamentos e pesquisas aplicadas, garantindo que as ferramentas discutidas se traduzam em ações efetivas no território pantaneiro.

Referências

Arrua, B. A., Carvalho, L. S., Teles, T. S., Oliveira, M. D. R., & Ribeiro, D. B. (2023). Fire has a positive effect on the abundance of sun spiders (Arachnida: Solifugae) in the Cerrado-Pantanal Ecotone. *Fire*, 6(2), 69.

Arruda, W. D. S., Oldeland, J., Paranhos Filho, A. C., Pott, A., Cunha, N. L., Ishii, I. H., & Damasceno-Junior, G. A. (2016). Inundation and fire shape the structure of riparian forests in the Pantanal, Brazil. *PLoS One*, 11(6), e0156825.

Bardales, R., Boron, V., Passos Viana, D. F., Sousa, L. L., Dröge, E., Porfirio, G., ... & Hyde, M. (2024). Neotropical mammal responses to megafires in the Brazilian Pantanal. *Global Change Biology*, 30(4), e17278.

Berlinck, C. N., Lima, L. H. A., & Carvalho Junior, E. A. R. D. (2021B). Historical survey of research related to fire management and fauna conservation in the world and in Brazil. *Biota Neotropica*, 21, e20201144.

Berlinck, C. N., Lima, L. H. A., Pereira, A. M. M., Carvalho Jr, E. A. R., Paula, R. C., Thomas, W. M., & Morato, R. G. (2021A). The Pantanal is on fire and only a sustainable agenda can save the largest wetland in the world. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e244200.

Cardoso, e. L., Crispim, s., Araújo, m., Rodrigues, c. A. G., & barioni júnior, w. A. L. D. O. M. I. R. O. (2000). Composition and aerial biomass dynamics after burning of a grassy-woody savanna in the Pantanal wetlands. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 2309-2316.

Correa, D. B., Alcântara, E., Libonati, R., Massi, K. G., & Park, E. (2022). Increased burned area in the Pantanal over the past two decades. *Science of the total environment*, 835, 155386.

da Silva, J. R., da Silva Matos, D., Boaretto, A. G., Carollo, C. A., de Oliveira, L. C. S., Scremin-Dias, E., ... & de Oliveira Arruda, R. D. C. (2021). Fire tolerance strategies in woody species from Pantanal riparian forests involve phenolic compounds and structure of the inner bark. *Flora*, 281, 151865.

Damasceno-Junior, G. A., Pereira, A. D. M. M., Oldeland, J., Parolin, P., & Pott, A. (2022). Fire, flood and Pantanal vegetation. In *Flora and vegetation of the pantanal wetland* (pp. 661-688). Cham: Springer International Publishing.

de Almeida Souza, A. H., Batalha, M. A., Casagrande, J. C., Rivaben, R. C., Assunção, V. A., Pott, A., & Alves Damasceno-Júnior, G. (2019). Fire can weaken or trigger functional

responses of trees to flooding in wetland forest patches. *Journal of Vegetation Science*, 30(3), 521-532.

De Barros, A. E., Morato, R. G., Fleming, C. H., Pardini, R., Oliveira-Santos, L. G. R., Tomas, W. M., ... & Prado, P. I. (2022). Wildfires disproportionately affected jaguars in the Pantanal. *Communications Biology*, 5(1), 1028.

de Magalhães Neto, N., & Evangelista, H. (2022). Human activity behind the unprecedented 2020 wildfire in Brazilian wetlands (Pantanal). *Frontiers in Environmental Science*, 10, 888578.

de Magalhães Neto, N., & Evangelista, H. (2022). Human activity behind the unprecedented 2020 wildfire in Brazilian wetlands (Pantanal). *Frontiers in Environmental Science*, 10, 888578.

de Oliveira-Junior, J. F., Teodoro, P. E., da Silva Junior, C. A., Baio, F. H. R., Gava, R., Capristo-Silva, G. F., ... & da Silva Costa, M. (2020). Fire foci related to rainfall and biomes of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 282, 107861.

dos Santos Ferreira, B. H., da Rosa Oliveira, M., Arrua, B. A., Nacagava, V. A. F., Fernandes, R. A. M., Pereira, A. D. M. M., ... & Garcia, L. C. (2024). Flooding and fire frequency promotes beta diversity in tree and non-tree species in tropical wetlands. *Forest Ecology and Management*, 569, 122175.

dos Santos Ferreira, B. H., da Rosa Oliveira, M., Fernandes, R. A. M., Nacagava, V. A. F., Arguelho, B. A., Ribeiro, D. B., ... & Garcia, L. C. (2023). Flowering and fruiting show phenological complementarity in both trees and non-trees in mosaic-burnt floodable savanna. *Journal of Environmental Management*, 337, 117665.

dos Santos Ferreira, B. H., da Rosa Oliveira, M., Rodrigues, J. A., Fontoura, F. M., Guedes, N. M., Szabo, J. K., ... & Garcia, L. C. (2023). Wildfires jeopardise habitats of Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*), a flagship species for the conservation of the Brazilian Pantanal. *Wetlands*, 43(5), 47.

dos Santos Ferreira, B. H., Guerra, A., da Rosa Oliveira, M., Reis, L. K., Aptroot, A., Ribeiro, D. B., & Garcia, L. C. (2021). Fire damage on seeds of *Calliandra parviflora* Benth. (Fabaceae), a facultative seeder in a Brazilian flooding savanna. *Plant Species Biology*, 36(3), 523-534.

Ebert, A., Berlinck, C. N., & Nunes da Cunha, C. (2024). Three prescribed fire regimes on the restoration of flooded savannah grasslands under encroachment of *Vochysia divergens* Pohl, Pantanal, Brazil. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 17(3), 165.

Ferreira Barbosa, M. L., Haddad, I., da Silva Nascimento, A. L., Máximo da Silva, G., Moura da Veiga, R., Hoffmann, T. B., ... & Oighenstein Anderson, L. (2022). Compound impact of

land use and extreme climate on the 2020 fire record of the Brazilian Pantanal. *Global Ecology and Biogeography*, 31(10), 1960-1975.

Garcia, L. C., Szabo, J. K., de Oliveira Roque, F., Pereira, A. D. M. M., da Cunha, C. N., Damasceno-Júnior, G. A., ... & Ribeiro, D. B. (2021). Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans. *Journal of environmental management*, 293, 112870.

Gonçalves, T. F., Correa, C. M., Audino, L. D., Vaz-de-Mello, F. Z., Fontoura, F. M., & Guedes, N. M. (2022). Quantifying the post-fire recovery of taxonomic and functional diversity of dung beetles in the Brazilian Pantanal. *Ecological Entomology*, 47(4), 601-612.

Jones, G. M., & Tingley, M. W. (2022). Pyrodiversity and biodiversity: A history, synthesis, and outlook. *Diversity and Distributions*, 28(3), 386-403.

Junk, W. J., & Nunes da Cunha, C. (2012). Pasture clearing from invasive woody plants in the Pantanal: a tool for sustainable management or environmental destruction?. *Wetlands Ecology and Management*, 20, 111-122.

Kumar, S., Getirana, A., Libonati, R., Hain, C., Mahanama, S., & Andela, N. (2022). Changes in land use enhance the sensitivity of tropical ecosystems to fire-climate extremes. *Scientific reports*, 12(1), 964.

Leal Filho, W., Azeiteiro, U. M., Salvia, A. L., Fritzen, B., & Libonati, R. (2021). Fire in Paradise: Why the Pantanal is burning. *Environmental Science & Policy*, 123, 31-34.

Libonati, R., DaCamara, C. C., Peres, L. F., Sander de Carvalho, L. A., & Garcia, L. C. (2020). Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature*, 588(7837), 217-219.

Libonati, R., Geirinhas, J. L., Silva, P. S., Monteiro dos Santos, D., Rodrigues, J. A., Russo, A., ... & Trigo, R. M. (2022A). Drought-heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. *Annals of the new York Academy of Sciences*, 1517(1), 44-62.

Libonati, R., Geirinhas, J. L., Silva, P. S., Russo, A., Rodrigues, J. A., Belém, L. B., ... & Trigo, R. M. (2022B). Assessing the role of compound drought and heatwave events on unprecedented 2020 wildfires in the Pantanal. *Environmental Research Letters*, 17(1), 015005.

Lorenz, C., Libonati, R., Belém, L. B. C., Oliveira, A., Chiaravalloti, R. M., Nunes, A. V., ... & Roque, F. O. (2023). Wildfire and smoke association with COVID-19 cases in the Pantanal wetland, Brazil. *Public Health*, 225, 311-319.

Lorenz, C., Libonati, R., Belém, L. B. C., Oliveira, A., Fernandes, G. W., Berlinck, C. N., & Roque, F. D. O. (2024). Could the compound effects of drought and fire have caused an increase of COVID-19 cases in the Pantanal wetland?. *Wetlands Ecology and Management*, 32(1), 133-137.

Magioli, M., Lima, L. H. A., Villela, P. M. S., Sampaio, R., Bonjorne, L., Ribeiro, R. L. A., ... & Berlinck, C. N. (2024). Forest type modulates mammalian responses to megafires. *Scientific reports*, 14(1), 13538.

Manrique-Pineda, D. A., de Souza, E. B., Paranhos Filho, A. C., Encina, C. C. C., & Damasceno-Junior, G. A. (2021). Fire, flood and monodominance of *Tabebuia aurea* in Pantanal. *Forest Ecology and Management*, 479, 118599.

Marengo, J. A., Cunha, A. P., Cuartas, L. A., Deusdará Leal, K. R., Broedel, E., Seluchi, M. E., ... & Bender, F. (2021). Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, 3, 639204.

Marques, J. F., Alves, M. B., Silveira, C. F., e Silva, A. A., Silva, T. A., Dos Santos, V. J., & Calijuri, M. L. (2021). Fires dynamics in the Pantanal: Impacts of anthropogenic activities and climate change. *Journal of Environmental Management*, 299, 113586.

Martins, P. I., Belém, L. B. C., Szabo, J. K., Libonati, R., & Garcia, L. C. (2022). Prioritising areas for wildfire prevention and post-fire restoration in the Brazilian Pantanal. *Ecological Engineering*, 176, 106517.

Menezes, L. S., de Oliveira, A. M., Santos, F. L., Russo, A., de Souza, R. A., Roque, F. O., & Libonati, R. (2022). Lightning patterns in the Pantanal: Untangling natural and anthropogenic-induced wildfires. *Science of the total environment*, 820, 153021.

Moreira, L. F., Smaniotto, N. P., Ceron, K., Santana, D. J., Ferreira, V. L., Strüssmann, C., & Galatti, U. (2023). Ashes still smoking: the influence of fire and land cover on Pantanal ecoregion amphibians. *Amphibia-Reptilia*, 1(aop), 1-10.

Nunes da Cunha, C., & Junk, W. J. (2004). Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. *Applied Vegetation Science*, 7(1), 103-110.

Oliveira, M. R., Ferreira, B. H., Souza, E. B., Lopes, A. A., Bolzan, F. P., Roque, F. O., ... & Ribeiro, D. B. (2022). Indigenous brigades change the spatial patterns of wildfires, and the influence of climate on fire regimes. *Journal of Applied Ecology*, 59(5), 1279-1290.

Oliveira, U., Soares-Filho, B., Bustamante, M., Gomes, L., Ometto, J. P., & Rajão, R. (2022B). Determinants of fire impact in the Brazilian biomes. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 735017.

Pineda Valles, H. E., Nunes, G. M., Berlinck, C. N., Gonçalves, L. G., & Ribeiro, G. H. P. D. M. (2023). Use of Remotely Piloted Aircraft System Multispectral Data to Evaluate the Effects of Prescribed Burnings on Three Macrohabitats of Pantanal, Brazil. *Remote Sensing*, 15(11), 2934.

Power, M. J., Whitney, B. S., Mayle, F. E., Neves, D. M., De Boer, E. J., & Maclean, K. S. (2016). Fire, climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical

forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150165.

Pozer, C. G., & Nogueira, F. (2004). Flooded native pastures of the northern region of the Pantanal of Mato Grosso: biomass and primary productivity variations. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 859-866.

Ribeiro, D. B., & Pereira, A. M. (2023). Solving the problem of wildfires in the Pantanal Wetlands. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 21(4), 271-273.

Rivaben, R. C., Pott, A., Bueno, M. L., Parolin, P., Cordova, M. O., Oldeland, J., ... & Damasceno-Junior, G. A. (2021). Do fire and flood interact to determine forest islet structure and diversity in a Neotropical wetland?. *Flora*, 281, 151874.

Rocha, M., Santos Júnior, C. C., Damasceno-Junior, G. A., Pott, V. J., & Pott, A. (2015). Effect of fire on a monodominant floating mat of *Cyperus giganteus* Vahl in a neotropical wetland. *Brazilian Journal of Biology*, 75, 114-124.

Rossi, F. S., & Santos, G. A. D. A. (2020). Fire dynamics in Mato Grosso State, Brazil: the relative roles of gross primary productivity. *Big Earth Data*, 4(1), 23-44.

Santos, A. C. A., Finger, A., Nogueira, J. D. S., Curado, L. F. A., Palácios, R. D. S., & Pereira, V. M. R. (2016). Análise da concentração e composição de aerossóis de queimadas no pantanal mato-Grosso. *Química Nova*, 39(8), 919-924.

Schuchmann, K. L., Burs, K., de Deus, F., Fieker, C. Z., Tissiani, A. S., & Marques, M. I. (2024). Bird Community Traits in Recently Burned and Unburned Parts of the Northeastern Pantanal, Brazil: A Preliminary Approach. *Sustainability*, 16(6), 2321.


Silva, P. S., Rodrigues, J. A., Nogueira, J., Moura, L. C., Enout, A., Cuiabália, C., ... & Libonati, R. (2024). Joining forces to fight wildfires: Science and management in a protected area of Pantanal, Brazil. *Environmental Science & Policy*, 159, 103818.

Soares, V. C., Scremin-Dias, E., Daibes, L. F., Damasceno-Junior, G. A., Pott, A., & de Lima, L. B. (2021). Fire has little to no effect on the enhancement of germination, but buried seeds may survive in a Neotropical wetland. *Flora*, 278, 151801.

Soriano, B. M. A., Daniel, O., & Santos, S. A. (2015). Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal sul-mato-grossense. *Ciência Florestal*, 25, 809-816.

Steel, Z. L., Miller, J. E., Ponisio, L. C., Tingley, M. W., Wilkin, K., Blakey, R., ... & Jones, G. (2024). A roadmap for pyrodiversity science. *Journal of Biogeography*, 51(2), 280-293.

Teodoro, P. E., Maria, L. D. S., Rodrigues, J. M. A., Silva, A. D. A. E., Silva, M. C. M. D., Souza, S. S. D., ... & Silva Junior, C. A. D. (2022). Wildfire incidence throughout the Brazilian Pantanal is driven by local climate rather than bovine stocking density. *Sustainability*, 14(16), 10187.



Thielen, D., Ramoni-Perazzi, P., Puche, M. L., Márquez, M., Quintero, J. I., Rojas, W., ... & Libonati, R. (2021). The Pantanal under siege—On the origin, dynamics and forecast of the megadrought severely affecting the largest wetland in the world. *Water*, 13(21), 3034.

Tomas, W. M., Berlinck, C. N., Chiaravalloti, R. M., Faggioni, G. P., Strüssmann, C., Libonati, R., ... & Morato, R. (2021). Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Scientific Reports*, 11(1), 23547.