

## **Ações governamentais para a mitigação e prevenção de danos ambientais no Pantanal Mato-grossense após o grande incêndio de 2020**

**Government actions for the mitigation and prevention of environmental damage in the Pantanal Mato-grossense after the great fire of 2020**

**Acciones gubernamentales para la mitigación y prevención de daños ambientales en el Pantanal Mato-grossense tras el gran incendio de 2020**

Recebido: 16/05/2022 | Revisado: 26/05/2022 | Aceito: 26/05/2022 | Publicado: 01/06/2022

### **Claudio Angelo Correa Gonzaga**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0945-9681>  
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil  
E-mail: [claudio.gonzaga@mpmt.mp.br](mailto:claudio.gonzaga@mpmt.mp.br)

### **José Guilherme Roquette**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0645-9173>  
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil  
E-mail: [jose.roquette@mpmt.mp.br](mailto:jose.roquette@mpmt.mp.br)

### **Normandes Matos da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4631-9725>  
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil  
E-mail: [normandes@ufr.edu.br](mailto:normandes@ufr.edu.br)

### **Domingos Sávio Barbosa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6793-0956>  
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil  
E-mail: [domingos@ufr.edu.br](mailto:domingos@ufr.edu.br)

### **Dhonatan Diego Pessi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0781-785X>  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [dhonatan.pessi@gmail.com](mailto:dhonatan.pessi@gmail.com)

### **Antonio Conceição Paranhos Filho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-5337>  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
E-mail: [antonio.paranhos@ufms.br](mailto:antonio.paranhos@ufms.br)

### **Camila Leonardo Miotto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6951-9527>  
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil  
E-mail: [ea.miotto@gmail.com](mailto:ea.miotto@gmail.com)

### **Resumo**

Incêndios florestais no Pantanal Mato-grossense degradaram cerca de um terço do território do bioma em 2020, sendo o maior incêndio registrado neste bioma até o presente. Houve a análise das principais medidas governamentais de caráter legal após esse episódio, visando responder ao seguinte questionamento: a partir das evidências existentes quanto às causas dos incêndios florestais no Pantanal Mato-grossense, as medidas adotadas pelo Estado brasileiro são aptas a prevenir incêndios florestais e a assegurar a reparação do dano ambiental a partir do desastre ocorrido? As medidas adotadas pelo governo brasileiro foram levantadas por meio de consulta legislativa e notícias veiculadas nos sítios eletrônicos oficiais dos poderes legislativo e executivo na esfera federal e estadual. A análise das medidas foi feita considerando as ações de caráter preventivo e de combate, em relação às principais causas dos incêndios ocorridos no ano de 2020. Entre as considerações finais do presente estudo temos que as medidas governamentais não apenas podem estar sendo insuficientes para evitar novas ocorrências de incêndios florestais, como também podem colocar em risco a biodiversidade dos ecossistemas atingidos, pois partem do pressuposto duvidoso em relação à causa do problema (acúmulo de biomassa), negligenciando a provável causa antrópica dos incêndios e a aplicação de instrumentos jurídicos existentes que poderiam ser utilizados para assegurar a aplicação da lei ambiental e, ainda, prevenir outros incidentes.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Recuperação de áreas degradadas; Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas.

### Abstract

Forest fires in the Pantanal Mato-Grossense devastated about a third of the biome's territory in 2020, which is the biggest fire recorded in this biome to date. In this work, we propose the analysis of the main governmental measures of a legal nature after the environmental tragedy that occurred in that biome, aiming to answer the following question: from the existing evidence regarding the causes of forest fires in the Pantanal Mato-grossense, the measures adopted by the Brazilian State are able to prevent forest fires and ensure the repair of environmental damage from the disaster that occurred? The measures adopted by the Brazilian government were raised through legislative consultation and news published on the official websites of the legislative and executive powers at the federal and state levels. The analysis of the measures was carried out considering preventive and combat actions in relation to the main causes of fires that occurred in the year 2020. Among the final considerations of the present study we have that the governmental measures may not only be insufficient to prevent new occurrences of fires, forest fires, but they can also put the biodiversity of the affected ecosystems at risk, as they start from the dubious assumption regarding the cause of the problem (biomass accumulation), neglecting the probable anthropic cause of the fires and the application of existing legal instruments that could be used to ensure the application of environmental law and also to prevent other incidents.

**Keywords:** Fires; Wetland; Environmental law enforcement; Public policies.

### Resumen

Los incendios forestales en el Pantanal Mato-Grossense devastaron cerca de un tercio del territorio del bioma en 2020, siendo el mayor incendio registrado en este bioma hasta la fecha. En este trabajo, proponemos el análisis de las principales medidas gubernamentales de carácter legal después de la tragedia ambiental ocurrida en ese bioma, con el objetivo de responder a la siguiente pregunta: a partir de las evidencias existentes sobre las causas de los incendios forestales en el Pantanal Mato-grossense, las medidas adoptadas por el Estado brasileño son capaces de prevenir incendios forestales y garantizar la reparación de daños ambientales por el desastre ocurrido? Las medidas adoptadas por el gobierno brasileño fueron planteadas a través de consultas legislativas y noticias publicadas en los sitios web oficiales de los poderes legislativo y ejecutivo a nivel federal y estatal. El análisis de las medidas se realizó considerando acciones preventivas y de combate en relación a las principales causas de incendios ocurridos en el año 2020. Entre las consideraciones finales del presente estudio tenemos que las medidas gubernamentales pueden no solo ser insuficientes para prevenir nuevas ocurrencias de incendios, incendios forestales, pero también pueden poner en riesgo la biodiversidad de los ecosistemas afectados, pues parten de la dudosa suposición sobre la causa del problema (acumulación de biomasa), descuidando la probable causa antrópica de los incendios y la aplicación de los instrumentos legales existentes que podrían utilizarse para garantizar la aplicación de la legislación ambiental y también para prevenir otros incidentes.

**Palabras clave:** Incendios; Área mojada; Cumplimiento de la ley ambiental; Políticas públicas.

## 1. Introdução

O Pantanal é a maior área úmida tropical do planeta e em razão da sua rica biodiversidade é reconhecido como patrimônio natural da UNESCO. Em 2020, um terço do Pantanal foi afetado em razão de incêndios florestais, sendo este o maior desastre causado pelo fogo registrado até o momento no bioma (Moreira et al., 2022; Moreira et al., 2021). Quase todos os territórios indígenas e unidades de conservação existentes no Pantanal foram atingidos provocando prejuízos imensuráveis à sua rica biodiversidade e ao ecoturismo local, já abalado pela pandemia de Covid-19. Os impactos do fogo promoveram efeitos a milhares de quilômetros de distância, em razão do deslocamento da fumaça que reduziu a qualidade do ar na região Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, ocasionando fenômenos de chuva negra em grandes centros urbanos como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba (Libonati et al., 2020).

Reconhecida como a maior planície alagável do planeta, o Pantanal ocupa uma área de 140.640 km<sup>2</sup> (Miotto et al., 2012; Miranda et al., 2018; Encina et al., 2021) no centro da América do Sul e possui uma vegetação caracterizada por um mosaico de formações florestais, savânicas e campestres adaptadas às condições de umidade conferidas pelos pulsos de inundação sazonais decorrentes de períodos bem definidos de chuva e seca (Assine et al., 2015; Junk & Cunha, 2018). A combinação da dinâmica hidrológica e a geomorfologia do ambiente, proveram uma alta heterogeneidade de macrohabitats que abrigam sua grande biodiversidade, cuja flora e fauna é dominada por espécies do Cerrado brasileiro, mas também podem ser encontradas espécies da Amazônia, Chaco e de Matas Secas (Junk & Cunha, 2018). O Pantanal é considerado um *hotspot*, pois abriga alta concentração de espécies raras e endêmicas, incluindo a maior população de onças-pintadas do mundo, onde

no ano 2020 teve sua área extremamente impactada pelo fogo (Libonati et al., 2020; Moreira et al., 2021).

O episódio dos incêndios de 2020 no Pantanal causou repercussão nacional: uma multidão de brasileiros se voluntariou doando dinheiro, militando em redes sociais pela defesa do bioma ou até mesmo viajando milhares de quilômetros para salvar animais selvagens queimados, conforme amplamente divulgado pelos meios de comunicação nacionais. Vídeos comoventes de cidadãos indignados e clamando por providências viralizaram pelas redes sociais e comoveram o mundo com as imagens da tragédia ambiental.

Apesar da importância do Pantanal e do problema a ser enfrentado, sobretudo pelo aumento do risco de incêndios com as mudanças climáticas regionais (Alho et al., 2019; Thielen et al., 2020), há pouca efetividade do que tem sido feito pelo estado brasileiro, para prevenção dos danos ambientais. Alho e Sabino (2011) já apontavam para a degradação por incêndios, como a maior ameaça a ser considerada na agenda ambiental para conservação do bioma Pantanal, sobretudo pela prática de uso do fogo por fazendeiros na época seca para manejo dos campos naturais, visando a remoção de plantas indesejadas para criação de gado em sistema extensivo.

O estado de Mato Grosso, que possui economia fortemente influenciada pelo agronegócio, apresentou, como uma única inovação legislativa após a tragédia das queimadas de 2020 no Pantanal, o Decreto n. 785, de 18 de janeiro de 2021 (Mato Grosso, 2021), que trata dos procedimentos para “restauração das formações campestres na planície inundável do bioma Pantanal”, visando a remoção de plantas nativas e exóticas para manejo de áreas campestres para criação de gado como uma das “medidas emergenciais para proteção do Pantanal contra incêndios florestais”.

A pesquisa procedeu a uma análise crítica, com base nas evidências técnico-científicas levantadas até o presente, sobre as principais ações, sobretudo no plano normativo, anunciadas e adotadas pelo Poder Público em Mato Grosso, a fim de mitigar os danos ambientais causados pelos incêndios florestais em 2020. Levou-se em consideração as evidências disponíveis quanto aos locais de ignição de fogo que deram origem aos grandes incêndios no Pantanal Mato-grossense (MP-MT, 2021) e informações da literatura científica sobre a dinâmica histórica do fogo no bioma.

Houve ainda um levantamento, por meio de consulta a notícias veiculadas nos sítios eletrônicos oficiais dos poderes legislativo e executivo nas esferas federal e estadual e, principalmente, consulta aos relatórios elaborados pelas comissões parlamentares externas, das medidas propostas e efetivadas da Comissão Externa destinada a acompanhar e promover a estratégia nacional para enfrentar as queimadas em biomas brasileiros – CEXQUEI e a Comissão Temporária Externa para acompanhar as ações de enfrentamento aos incêndios detectados no Bioma Pantanal - CTEPANTANAL.

## **2. Dos Antecedentes aos Incêndios Florestais Ocorridos no Pantanal Mato-grossense em 2020**

O Pantanal é formado por uma planície aluvial que recebe grande influência do Rio Paraguai e seus afluentes, tornando-se uma planície inundável no período chuvoso, que compreende os meses de outubro a abril (Peres et al., 2016). O clima da região é considerado Tropical de Savana, sendo classificado e descrito por Koppen-Geiger sendo do tipo Aw. Recebe uma média de chuva anual em torno de 1200 mm de águas pluviais, e com temperaturas máximas de 33 °C e mínimas de 19 °C (Moreira et al., 2022).

Uma das previsões decorrentes das mudanças climáticas é o aumento da frequência de incêndios florestais. De acordo com o *European Centre for Medium-range Weather Forecasts* - ECMWF (Libonati et al., 2020), desde 1980, o aumento das médias de temperaturas na região do Pantanal Mato-grossense foi de 2 °C, ao passo que a umidade apresentou uma queda de 25%.

O ano de 2020 representou a seca mais intensa registrada no Pantanal em 60 anos (Thielen et al., 2020). Modelos climáticos preditivos indicam um progressivo aumento da frequência de eventos climáticos extremos na região, tais como períodos de seca prolongados e maior precipitação no período chuvoso nas porções mais elevadas ao norte da bacia do Alto

Paraguai, sobretudo em razão do aumento da temperatura da superfície do mar no Atlântico Norte (Marengo et al., 2015; Thielen et al., 2020). Esses eventos podem amplificar e agravar as consequências das ações antrópicas na região, tais como o uso do fogo decorrente da atividade agropecuária.

Paralelamente às mudanças climáticas, verificou-se, ainda em 2020, um recorde no número de focos de calor no Pantanal Mato-grossense, em uma série histórica (2014-2020) que, exceto pelo ano de 2018, indicava crescente aumento do número de focos de calor (Figura 1).

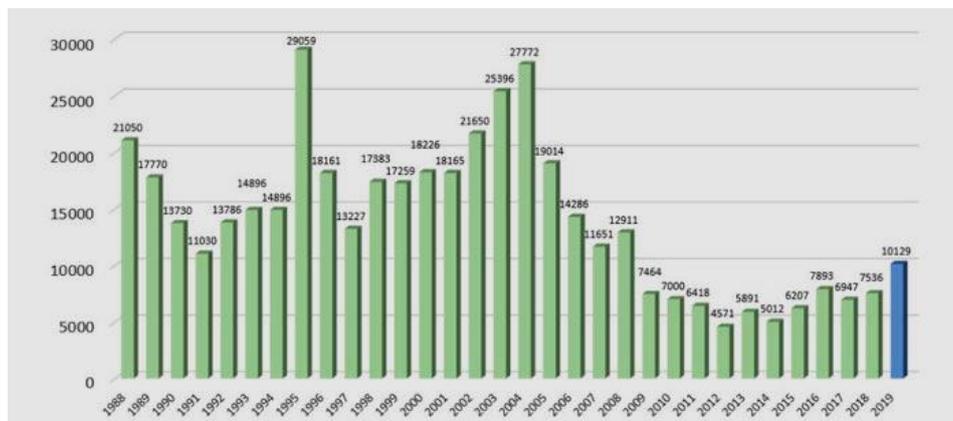
**Figura 1.** Série histórica de 7 anos de queimadas no Pantanal.



Fonte: <https://www.camara.leg.br/noticias/696913-inpe-confirma-aumento-de-quase-200-em-queimadas-no-pantanal-entre-2019-e-2020/>

Essa tendência do aumento do número de focos de calor pode ser interpretada como indicativa de ações antrópicas na região, já que, ainda em 2019, dados do Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) apontam a maior taxa de desmatamento na Floresta Amazônica em uma década (INPE, 2020) (Figura 2).

**Figura 2.** Taxas consolidadas anuais de desmatamento do PRODES (em km<sup>2</sup>) desde 1988 na Amazônia Legal Brasileira.



Fonte: INPE (2020). Disponível: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5465](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5465)

Esse recorde negativo foi superado no ano dos incêndios florestais no Pantanal (2020), quando a área total desmatada apresentou um aumento de 9,5% do ano anterior. Moraes et al. (2017) verificaram que há uma distribuição média mensal da incidência de focos de calor e da precipitação média mensal, para cada ano do período analisado, referente aos anos de 2002 a 2015, e seus resultados demonstraram que os anos com maior incidência de focos no Pantanal ocorreram 2002 e 2005, cujos

valores foram 25.403 e 22.995, respectivamente (Figura 2). Os valores mais elevados de focos detectados foram entre os meses de julho a dezembro, e as queimadas ocorreram em praticamente todo o bioma, sendo a maior frequência de focos presentes na parte oeste, sudoeste e sul da região, que engloba principalmente as sub-regiões do bioma, denominadas de pantanais, do: Paraguai, Nabileque, Miranda, Aquidauana, e Oeste do Abobral, cuja cobertura vegetal e uso do solo tem grande predominância de Campo Cerrado, Cerrado *Strito Senso*, gramíneas exóticas e áreas agrícolas. Ao norte do bioma também se observa alta ocorrência de focos nas regiões norte de Poconé, sudoeste e oeste de Barão de Melgaço, em Mato Grosso, em áreas predominantemente compostas por Cerrado *Strito Senso*, gramíneas, florestas e pastagens (Moraes et al., 2017).

Há uma relação entre focos de queimadas no bioma Amazônico e Pantanal, que oscilam anualmente. Entretanto, em 2020, o número de focos de queimadas no Pantanal foi notadamente superior aos focos de queimadas do bioma Amazônico. Apenas entre os dias 1 e 13 de setembro, foram identificados 4.611 focos de incêndio no bioma Pantanal, sendo o maior número verificado para o mês de setembro nos últimos 22 anos (Fiocruz, 2020).

Incêndios florestais podem alterar a estrutura e dinâmica dos ecossistemas, com resultados drásticos para as propriedades do solo, para as características da vegetação (Bradshaw et al., 2018) e para a composição da flora e fauna (Borges, 2007). Poucos fenômenos se comparam com a capacidade dos grandes incêndios florestais em transformar totalmente um ecossistema natural, em um curto espaço de tempo, alterando de maneira catastrófica o uso do solo e, conseqüentemente, o estoque de recursos naturais. O conhecimento sobre a complexa dinâmica anual do Pantanal deve ser de atualização e aprofundamento continuado frente às mudanças que impactam sua regulação assim como o conhecimento científico sobre sua biodiversidade (Swarts, 2000).

### **3. Das Medidas Recomendadas e Adotadas pela União e Mato Grosso.**

Em 2020, ações de fiscalização ambiental promovidas pelo Governo Federal seguiram em declínio, com a redução do número de operações e a crescente percepção de desregulamentação ambiental (Escobar, 2020). Em relação ao combate a incêndios florestais, houve atraso de cerca de quatro meses, na contratação de brigadistas do PREVFOGO, pois a referida contratação geralmente ocorre em abril, mas deu-se apenas no final de julho daquele ano.

Quando os incêndios no Pantanal já demonstravam estar fora de controle, a resposta inicial do Governo Federal foi marcada pelo questionamento da confiabilidade das informações orbitais a respeito das queimadas disponibilizadas pelo INPE. O relatório da comissão parlamentar formada por senadores (CTEPANTANAL) apresentou, dentre outras conclusões, a de que a redução da atividade pecuária na região teria contribuído para a tragédia, em razão do suposto acúmulo da biomassa do capim em áreas não pastoreadas.

Sem lastro robusto de evidências científicas, houve um discurso oficial dominante, em relação à tragédia no Pantanal Mato-grossense, apontando como a causa principal dos incêndios no Pantanal, o acúmulo de biomassa pela redução de rebanhos bovinos na região, na perspectiva do chamado “boi bombeiro” (Oliveira e Abreu, 2021). Nesse sentido, o aumento do rebanho bovino para o controle do material vegetal seco e inflamável, seria uma política pública importante, agindo como medida de mitigação aos incêndios.

Essa tese polêmica do “boi bombeiro” foi defendida pelos ministros da Agricultura, Tereza Cristina, e do Meio Ambiente, Ricardo Salles, sugeriram que um dos culpados pelos incêndios no Pantanal seria, por mais surpreendente que isso possa parecer, o próprio Pantanal, já que o gado (“o boi bombeiro”) é um animal exótico ao bioma. De fato, embora a pecuária extensiva tenha sido introduzida no Pantanal há alguns séculos, duzentos ou trezentos anos atrás, na escala temporal da formação de um bioma, é um tempo absolutamente insignificante para que a ausência desse animal pudesse ser indicada como causa da tragédia de 2020. Mas, para além da influência do boi nesse cenário, há evidências de que variáveis como temperatura, umidade relativa do ar e a radiação solar, possuem influência importante na ocorrência dos focos de calor no

bioma (Viganó et al., 2018).

A comissão da Câmara dos Deputados (CEXQUEI), formada em sua maioria por parlamentares da oposição, foi mais crítica à atuação do governo, que considerou omissa, bem como apontou a relação entre a tragédia e a ação humana. No plano estadual, em Mato Grosso as providências adotadas pelo Poder Executivo foram no mesmo sentido da comissão senatorial: a edição do Decreto Nº 785/2021, que estabeleceu o objetivo de para “prevenir incêndios florestais”, poderia ser utilizada a supressão de vegetação nativa própria de formações florestais, principalmente no Pantanal Norte, com o argumento de que o produtor rural possa eliminar a biomassa seca inflamável, para que a mesma não seja combustível para o fogo, eliminando espécies invasoras (Mato Grosso, 2020).

A título de exemplo, o referido decreto prevê a possibilidade de supressão, dentre outras espécies nativas, de “Comunidades vegetais colonizadas por indivíduos jovens das espécies arbóreas: a) Cambará (*Vochysia divergens*) jovem - cambarazal” (art. 5º, inciso II).

Ocorre, no entanto, estudos empíricos indicam a conversão de uma floresta de cambarazal em pastagens pode acarretar o aumento em até 6,6% das temperaturas máximas (Biudes et al., 2012).

#### 4. Monitoramento da Supressão da Vegetação Nativa.

Não obstante as medidas adotadas, essas parecem contrariar as evidências que apontam a conduta humana como causadora dos incêndios no Pantanal Mato-grossense. Como acima exposto, os incêndios florestais no Pantanal ocorreram em um contexto de crescente tendência de aumento dos focos de calor e o prévio desmatamento ilegal no Pantanal Mato-grossense (bem como na Amazônia e no Cerrado). Esse fato parece ser corroborado por levantamento realizado pelo Ministério Público do Estado de Mato Grosso (MP-MT, 2021) indicando que a quase totalidade dos focos de ignição dos incêndios florestais deram-se em áreas próximas (menos de 200 metros) de vias de acesso terrestre (Tabela 1).

**Tabela 1.** Locais de ignição de fogo no período proibitivo de queimadas de 2020 no Pantanal Mato-grossense.

Local de Ignição	Número de Ignições	%
Área de pastagem	5	11
Área em processo de formação de pastagem	25	54
Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso particular	12	27
Área com vegetação natural nas margens de estradas de acesso público	2	4
Área com vegetação natural sem acesso ou com acesso por meio da rede hidrográfica	2	4
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Fonte: MP-MT (2021)

Ou seja, 96% dos pontos de ignição estão localizados nas proximidades de estradas, sendo que 54% encontram-se nas proximidades de áreas em processo de conversão do uso do solo em pastagens. Em relação aos incêndios em grande escala no Pantanal, entende-se que, ao adotar medidas relacionadas a valorizar uma causa controversa do ponto de vista científico, nesse caso associada ao controle do acúmulo de biomassa seca, a partir do uso de bovinos, da limpeza de pastagens e até mesmo da supressão vegetal de outras áreas com fisionomias vegetais nativas, negligencia-se indícios e evidências de outras causas relevantes. Quando isso ocorre, o poder público, em sua esfera federal e estadual, não apenas deixa de combater as causas reais do problema, reconhecidas pela ciência, como pode também, potencializar o próprio problema.

No caso do Pantanal, a ausência de efetiva responsabilização dos atores econômicos responsáveis por tais danos, somada à flexibilização da fiscalização ambiental, possui potencial de aumentar a prática do uso do fogo e da supressão vegetal de nativas (Escobar, 2020). Uma das respostas estatais mais contundentes, até o momento, foi a referida flexibilização da intervenção antrópica no bioma atingido, dificultando a recuperação da biodiversidade destruída e, ao mesmo tempo, contribuindo para o aumento das emissões de gases do efeito estufa (GEE), o que, em um efeito cascata, contribui para aumentar os riscos de uma nova tragédia que venha a dizimar os dois terços do bioma, por hora não diretamente atingidos pelo fogo.

O desenvolvimento de plataformas de monitoramento do desmatamento ilegal (Deter, MapaBiomias, *Global Forest Watch*) pode não ser ainda uma estratégia de controle assertiva, contra os incêndios florestais, pois ao contrário do desmatamento ilegal (cuja evidência produzida por imagens orbitais é evidência robusta da ação humana) a prova do nexo causal dos incêndios florestais é mais difícil.

Do ponto de vista dos atos normativos, há um projeto de lei (PL 4669/2020) que altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Brasil, 1998), e a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012), para “determinar a perda da terra desmatada e estabelecer que áreas rurais com floresta nativa submetidas a queimadas ilegais serão convertidas em reserva legal”. No entanto, mesmo essa medida (PL 4669/2020) apresenta diversos problemas. O projeto prevê que “*Em caso de condenação pelo crime indicado no caput [art. 50-A], a sentença ensejará a perda, em favor da União, da área desmatada (...)*” Ocorre, no entanto, que o crime do art. 50-A já prevê que as terras objetos de desmatamento sejam públicas (“*Desmatar, explorar economicamente ou degradar floresta, plantada ou nativa, em terras de domínio público ou devolutas (...)*”), logo, a previsão de perda em favor da união de terras desmatadas é completamente inócua.

A referida proposta ainda prevê que alteração do art. 38-A, da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, prevendo que, “As áreas rurais onde houver uso de fogo em florestas nativas nas situações não previstas no art. 38 serão objeto de reparação por meio de reflorestamento e convertidas em reserva legal”. Novamente, aqui, esbarra-se na dificuldade de se comprovar o nexo de causalidade em relação ao uso do fogo. A medida seria muito mais efetiva se, contornando a prova do nexo de causalidade no uso indevido do fogo, cominasse a obrigação de isolar e buscase sancionar a conduta de impedir ou dificultar a regeneração natural de vegetação nativa destruída ou danificada por incêndio, ainda que de causa desconhecida, ou pelo uso do fogo, ainda que por terceiros, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos.

Há a necessidade de mais estudos indicando as causas dos incêndios, bem como uma maior visibilidade no direcionamento de fundos para o controle do fogo e proteção ambiental, incluindo maior assertividade no ajuste e efetivo cumprimento dos atos normativos que regulamentam o uso e ocupação do solo no bioma. Atenção especial também deve ser dada à fiscalização administrativa por agentes de fiscalização, e programas de informação e educação ambiental capazes de sensibilizar a população das consequências do uso irresponsável do fogo (Libonati et al., 2020).

## 5. Considerações Finais

A tragédia verificada no Pantanal Mato-grossense em 2020 representou enorme perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos de uma das áreas selvagens mais bem preservadas do mundo. Embora fatores climáticos tenham contribuído para a tragédia, as ações governamentais adotadas durante e depois da tragédia parece que pouco contribuíram para conter, mitigar e prevenir o desastre ocorrido. Ao contrário: ao focarem uma causa que pode sequer ter relevância para o desastre ocorrido e ao flexibilizarem a proteção ambiental do bioma, podem, na verdade, dificultar a reparação do dano ambiental ocorrido e, ainda, abrirem precedente para novos desastres que venham a destruir o remanescente do Pantanal ou, ainda, do Cerrado, bioma que, em muitos aspectos, se assemelha ao Pantanal.

Dada a dificuldade de se provar o nexo de causalidade do uso irresponsável e criminoso do fogo, medidas que

visassem a impedir a conversão do uso do solo (conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de uso antropizado) mediante o uso do fogo poderiam contribuir para desestimular tais condutas.

## Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologias Ambientais (PGTA) da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR).

Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processos 441975/2018-6 -Edital Prev-fogo e 315170/2018-2 -Bolsa Produtividade DT e EI); Ao Ministério Público de MT, pelo apoio financeiro (Projeto Prorad) e UFR, pelo apoio logístico e financeiro.

Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida a A. C. Paranhos Filho (Processo CNPq 305013/2018-1).

Agradecemos ainda à CAPES por fornecer acesso ao Portal de Periódicos.

Gostaríamos também de agradecer à CAPES pela bolsa de doutorado concedida ao Dhonatan Diego Pessi (processo número 88887.494036/2020-00).

## Referências

- Alho, C. J. R. & Sabino, J. A. (2011). Conservation agenda for the Pantanal's biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1).
- Assine, M. L., Merino, E. R., Pupim, F. N., Warren, L. V., Guerreiro, R. L. & McGlue, M. M. (2015). Geology and Geomorphology of the Pantanal Basin. In: Bergier I, Assine ML, editors. Dynamics of the Pantanal Wetland in South America. Heidelberg, Germany: Springer International Publishing, 23–50.
- Biudes, M. S., Nogueira, J. D. S., Dalmagro, H. J., Machado, N. G., Danelichen, V. H. M., & Souza, M. C. (2012). Mudança no microclima provocada pela conversão de uma floresta de cambará em pastagem no norte do Pantanal. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, 10(1), 61-68.
- Bradshaw, S. D., Dixon, K. W., Lambers, H., Cross, A. T., Bailey, J., Hopper, S. D. (2018) Understanding the long-term impact of prescribed burning in mediterranean-climate biodiversity hotspots, with a focus on south-western Australia. *International Journal of Wildland Fire*, 27, 643-657.
- Brasil. (2012). LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)
- Brasil. (1998). LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)
- Borges, S. H. (2007). Bird Assemblages in Secondary Forests Developing after Slash-and-Burn Agriculture in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 23(4), 469-477.
- Encina, C. C. C., Paranhos Filho, A. C., Pessi, D. D., Mioto, C. L., Coimbra, D. de S. F., Silva, N. M. da, Chaves, J. R., Gamarra, R. M. & Ribeiro, V. de Oliveira. (2021). *Um olhar sobre a conservação do Pantanal*. 1. ed. Maringá: Uniedusul Editora. 179p
- Escobar, H. (2020). *Illegal deforestation in Brazil soars amid climate of impunity*. Science. <https://www.science.org/content/article/illegal-deforestation-brazil-soars-amid-climate-impunity>
- Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz. (2020). Incêndios Florestais no Pantanal 2020 – Nota Técnica 01. [https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u34/nt\\_01\\_pantanal\\_final1.pdf](https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/u34/nt_01_pantanal_final1.pdf)
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2020). *A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal (AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR e TO) em 2019 é de 10.129 km<sup>2</sup>*. [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5465](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5465)
- Junk, W. J. & Cunha, C. N. da. (2018). The Pantanal: a brief review of its ecology, biodiversity, and protection status. In: Finlayson CM, Everard M, Irvine K, McInnes R, Middleton B, van Dam A, et al. editors. The Wetland Book II. Springer Science+Business Media B.V., part of Springer Nature.
- Libonati, R., DaCamara, C. C., Peres, L. F., de Carvalho, L. A. S., & Garcia, L. C. (2020). *Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands*. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03464-1>
- Miranda, C. S., Gamarra, R. M., Mioto, C. L., Silva, N. M., Paranhos Filho, A. C. & Pott, A. (2018). Analysis of the landscape complexity and heterogeneity of the Pantanal wetland. *BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY (ONLINE)*, 78, 1-10.
- Thielen, D., Schuchmann, K. L., Ramoni-Perazzi, P., Marquez, M., Rojas, W., Quintero, J. I., & Marques, M. I. (2020). Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. *Plos one*, 15(1), e0227437.
- Marengo, J. A., Oliveira, G. S. & Alves, L. M. (2015). Climate Change Scenarios in the Pantanal. In: Bergier I, Assine ML, editors. Dynamics of the Pantanal Wetland in South America. Heidelberg, Germany: Springer International Publishing, pp. 227–238.
- Mato Grosso. (2021). DECRETO Nº 1.196, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2021. <https://leisestaduais.com.br/mt/decreto-n-1196-2021-mato-grosso-altera-dispositivo-do-decreto-no-785-de-18-de-janeiro-de-2021-que-dispoe-sobre-as-atividades-de-restauracao-das-formacoes-campestres-na-planicie-inundavel-do-bioma-pantanal-no-estado-de-mato-grosso-e-da-outras-providencias>

Mato Grosso. Sema emite primeira autorização de limpeza em área do Pantanal. <http://www.mt.gov.br/-/16513373-sema-emite-primeira-autorizacao-de-limpeza-em-area-do-pantanal#:~:text=A%20Secretaria%20de%20Estado%20de,an%C3%A1lise%20t%C3%A9cnica%20do%20C%C3%B3rg%C3%A3o%20ambiental>.

Mioto, C. L.; Albrez, E. do A.; Paranhos Filho, A. C. (2012). Contribuição à caracterização das sub-regiões do Pantanal. *Revista Entre-Lugar*, 8, 165180.

Ministério Público do Estado de Mato Grosso – MP-MT. (2021). Relatório Técnico n. 006-2020 ref ao SIMP 000675-097-2020 - SAT 5474

Moreira, R. M.; Pessi, D. D.; Costa Junior, E. F.; Vicentin, S.; Silva, N. M. da & Paranhos Filho, A. C. (2022). Google earth engine para análise da área impactada por incêndios e qualidade do arno pantanal para o ano 2020. *In: Pessi, D. D. et al. (2022). Perspectivas ambientais no âmbito das geociências e ecologia do Pantanal. Maringá, PR: Uniedusul, pp. 10-24.*

Moreira, A. P.; Pessi, D. D.; Costa, L. da Silva.; Guaraldo, E. & Paranhos Filho, A. C. (2021). Variabilidade da cobertura vegetal pela ação do fogo no bioma pantanal de 2018 e 2020 com base em sensor geostacionário. *In: Encina, C. C. C. et al. (2021). Um olhar sobre a conservação do Pantanal. Maringá, PR: Uniedusul, pp. 11-24.*

Moraes, E. C., Mataveli, G. & Silva Oliveira, B. (2017). Estudo da dinâmica de queimada no bioma Pantanal no período de 2002 a 2015. *In: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. INPE, Santos-SP. pp. 3424-3430.*

Oliveira, L. O. F. Abreu, U. G. P. Por que os bovinos protegem o Pantanal de incêndios – o “boi bombeiro” realmente funciona?. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021 (Documentos 293).

Peres, P. N., Mioto, C. L.; Marcato Junior, J. & Paranhos Filho, A. C. (2016). Variação da Cobertura do Solo no Pantanal de 2000 a 2015 por Sensoriamento Remoto com Software e Dados Gratuitos. *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ*, 39(2), 116-123.

Swarts, F. (2000). *Pantanal: Understanding and Preserving the World's Largest Wetland*. Paragon House Publishers; 2nd ed. 301p.

Viganó, H. H. G; Souza, C. C.; Neto, J. F. R.; Cristaldo, M. F.; Jesus, L. Prediction and Modeling of Forest Fires in the Pantanal. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 33, n. 2, 306-316, 2018.