

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PANTANAL 2020

NOTA TÉCNICA 01

Foto: Peter Iliciev

O bioma Pantanal vem reportando queimadas persistentes e letais que já incendiaram milhares de hectares em curto período tempo, com impactos imensuráveis à biodiversidade, à saúde humana e a economia (Cordeiro e Oliveira, 2020 (<https://youtu.be/IAoY0VuAYqc>); ICV, 2020).

O Pantanal é formado pelo mosaico hídrico de rios que compõem a Bacia do Rio do Prata, a segunda maior planície inundável e uma das maiores áreas úmidas contínuas do planeta responsável por parte representativa da biodiversidade da América do Sul (ANA, 2014). A área calculada do Pantanal é de 138.183 km², dos quais 48.865 km² (35,36%) estão no estado do Mato Grosso (MT) e 89.318 km² (64,64%) no estado do Mato Grosso do Sul (MS). Sua importância ecológica é reconhecida pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), como Reserva da Biosfera, e pela Constituição Federal Brasileira, como sítio de Patrimônio Nacional. Entretanto, os ecossistemas inseridos nesse bioma são frágeis e ameaçados por atividades antropogênicas que alteram sua dinâmica sazonal complexa e dependente de regimes climáticos continentais.

Uma análise usando a abordagem “Forças Motrizes, Pressão, Estado, Impacto e Resposta” (DPSIR, sigla em inglês), para as áreas úmidas do Guaporé e Pantanal (Da Silva et al. 2015), relacionou como forças motrizes a agropecuária e a energia, dependente da matriz hídrica, como causadoras das pressões - desmatamento, queimadas e barramentos, e dos impactos delas derivados - por exemplo, conversão de ecossistemas naturais, perda da biodiversidade e de conectividade hidrológica longitudinal. As respostas políticas e iniciativas de conservação e de sustentabilidade não são compatíveis com a escala e permanência dos desafios impostos por essas atividades resultantes da ação humana.

Todas essas forças motrizes na região do Pantanal estão atualmente, sob os efeitos das mudanças ou variabilidade climática que pairam desde a floresta amazônica, como verificado por Davison et al. (2012), com tendências na diminuição das chuvas da Amazônia Central em direção a Amazônia Meridional rumo aos biomas Cerrado e Pantanal. Debortoli et al. (2015) registraram deslocamento temporal das chuvas na direção Norte - Noroeste, alcançando os biomas Cerrado e Pantanal de Mato Grosso, com indicadores pontuais de diminuição da precipitação. O aumento da temperatura e queda

da precipitação foram percebidas por uma comunidade tradicional do Pantanal (Da Silva et al. 2014). Posteriormente, estudos da Rede Clima, sub-rede Mudanças climáticas e Desenvolvimento Regional (MCDR), liderada pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS-UnB), identificaram a mesma percepção por 300 agricultores familiares, distribuídos na floresta amazônica, Cerrado e Pantanal. A maioria deles indicou haver tendências de aumento da temperatura e deslocamento temporal de chuvas, com diminuição da estação chuvosa, em 3 municípios do estado de Mato Grosso, onde foram registrados diminuição de chuvas (Litre et al., 2016; Da Silva et al., 2016; Nasuti et al., 2016). Recentemente, também foram verificadas alterações no sistema hídrico do rio Paraguai, no município de Cáceres (Lazaro et al. 2020). Previsões recentes feitas pela agência meteorológica evidenciam tendência de diminuição de chuvas e aumento de secas, entre 2020 e 2024, em regiões de latitudes similares a do Pantanal (WMO-MMO, 2019). A estação climática de seca severa, em 2020, favoreceu a expansão de incêndios florestais, sem precedentes no bioma, como evidenciado pelo Instituto Centro e Vida (ICV, 2020).

O fogo é um fator de estresse adicional para o Pantanal que se torna crítico em períodos de seca pluri-anual. Populações de plantas e animais requerem mais tempo para se restabelecerem após tais períodos (Nunes da Cunha e Junk, 2004, Borges, 2007, Olivo et al. 2020). Modelos climáticos de projeções das mudanças ambientais globais indicam aumento de temperatura variando de 1,4°C a 5,8°C. Na segunda metade do século 21, em baixas latitudes, são esperados os aumentos regionais de temperatura, com maiores variações ano a ano na precipitação e forte associação de secas (Painel intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC, 2014).

Os incêndios do Pantanal podem estar relacionados aos processos de ocupação humana e o crescimento das atividades antrópicas na região que têm alterado de forma drástica o bioma e o fluxo hídrico da planície pantaneira (Ferreira et al, 2018). Outra possibilidade é que eles tenham se iniciado naturalmente em condições de calor prolongado, com altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e ventos intensos. Independentemente da fonte de ignição, os incêndios florestais podem rapidamente se tornar generalizados, incontroláveis, intensos, persistentes, desastrosos e letais à vida da fauna, flora e humana, em razão das condições climáticas e ambientais. Outros fatores podem influenciar na dinâmica de distribuição dos focos de incêndio, como a quantidade de material orgânico, vivo ou morto, na superfície do solo, capaz de entrar em combustão e o tipo de cobertura vegetal. Por exemplo, a floresta aberta, com pouca deposição de material no solo, permite maior penetração dos raios solares e do vento, proporcionando aumento da temperatura do combustível e da taxa de evaporação, conseqüentemente, o potencial de propagação do fogo é maior (Soares e Batista, 2007). Vale ressaltar que estudos têm registrado a diminuição do nível do rio Paraguai em razão da redução da precipitação em sua bacia, o que pode resultar no conjunto de fatores favoráveis às queimadas nesta região (Macedo, 2009, Lazaro et al., 2020). O fogo está associado não somente ao lançamento de gases do efeito estufa e ao aquecimento global, mas a inúmeros impactos sociais, ambientais, econômicos e a inúmeros efeitos de curto e médio prazo à saúde humana.



Foto: Peter Iliciev

A relação entre focos de queimadas no bioma Amazônico e Pantanal (Figuras 1 e 2) oscilam anualmente. Entretanto, em 2020, o número de focos de queimadas no Pantanal está notadamente superando a quantidade de focos de queimadas no bioma Amazônico. Apenas entre os dias 1 e 13 de setembro, foram identificados 4.611 focos de incêndio no bioma Pantanal. Esse número é o maior verificado para o mês de setembro nos últimos 22 anos. Considerando a situação catastrófica do Pantanal, possivelmente, novos recordes deverão ocorrer (<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2020/09/15/setembro>).

FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE FOCOS DE QUEIMADAS NO BIOMA AMAZÔNICO E PANTANAL.

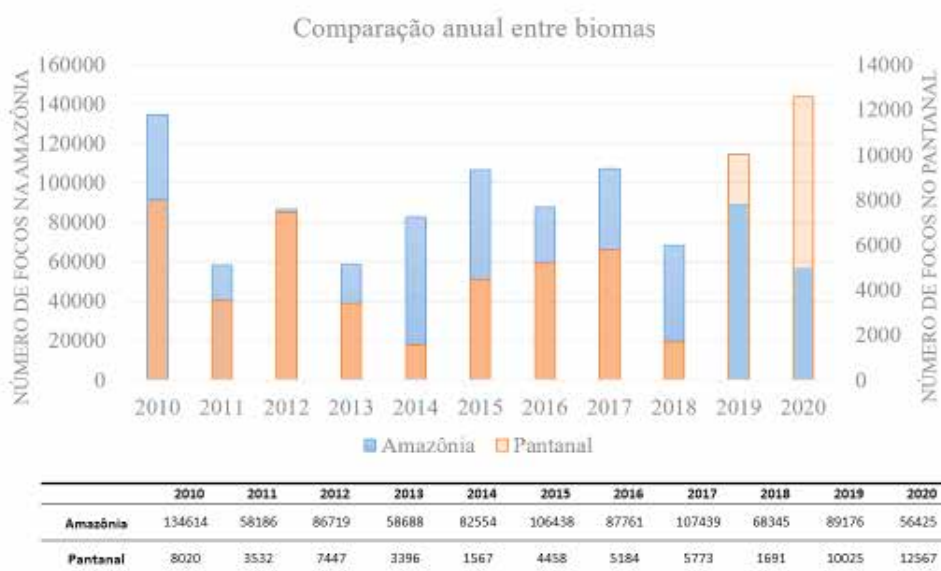


FIGURA 2 - COMPARAÇÃO DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO PERÍODO DE 1998- 2019 COM 2020.

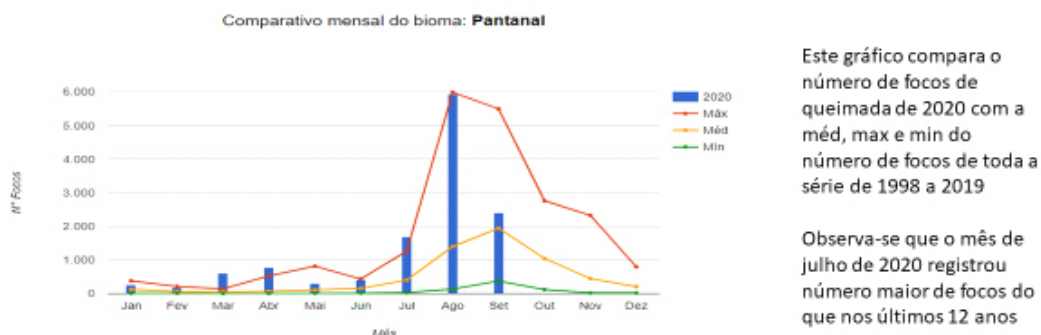


Figura 2 - Comparativo dos dados do ano corrente com os valores máximos, médios e mínimos, no período de 1998 até 08/09/2020.

	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Max	380	211	141	525	815	435	1259	5993	5498	2761	2328	795
Méd	124	59	49	66	106	151	403	1399	1944	1047	446	205
Min	6	8	2	1	8	12	25	134	375	120	20	19

Fonte: Queimadas inpe.

Disponível em: http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/

Queimadas podem alterar a estrutura e dinâmica do ecossistema, com resultados drásticos para as propriedades do solo (Silva e Batalha 2008), as características da vegetação (Cianciaruso et al. 2010), e consequentemente a composição da flora e fauna (Borges, 2007). Diferentes habitats, tipos de solo e regimes de inundação são responsáveis pela grande variedade de vegetais e paisagens, que permitem a coexistência de uma diversificada biota terrestre e aquática. 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, consequentemente, 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 2000a). Mesmo em áreas com histórico de queimadas pregressas, o conhecimento sobre os impactos de longo prazo e do uso repetitivo do fogo no Pantanal sobre a fauna e flora é limitado, e não se conhece a atual dimensão da perda de sua biodiversidade. Queimadas têm sido historicamente aceitas como fator cultural, cujo benefícios imediatos são alegados, inclusive como forma de conter incêndios. Entretanto, os benefícios do uso do fogo como manejo de prevenção de incêndios, controle de espécies exóticas invasoras e prática agrícola vêm sendo questionados e há o alerta para poucos estudos dos efeitos em longo prazo, considerando a frequência e a intensidade das áreas queimadas, a rarefação e a seleção do banco de sementes, a perda da biodiversidade e o esgotamento de variabilidade genética de vegetais e animais (Bradshaw et al., 2018).



Foto: Peter Illiciev

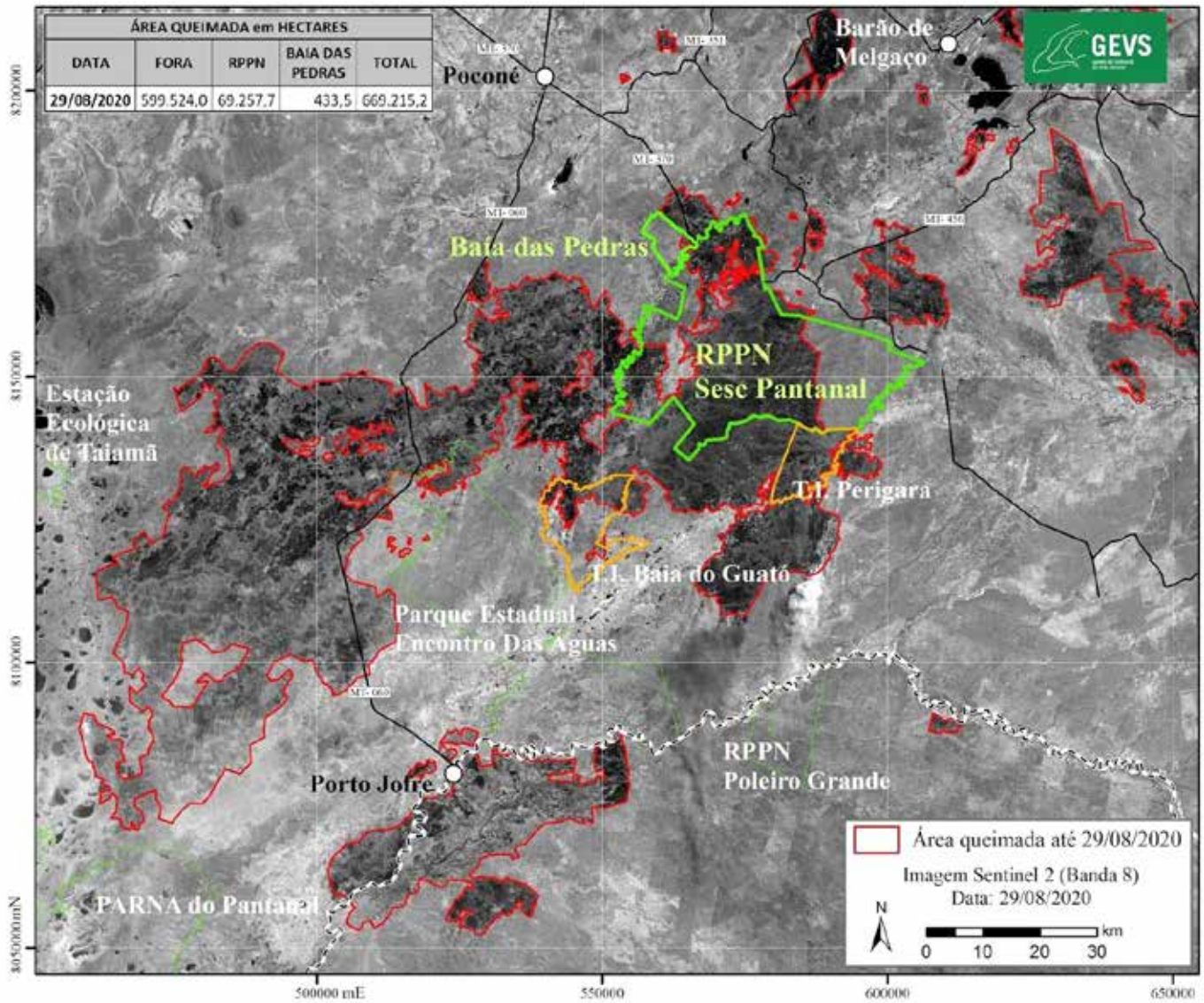
Mais de 2 milhões de hectares já foram queimados no Pantanal, com áreas importantes de unidades de conservação atingidas (Figura 3 e 4, <https://youtu.be/IAoY0VuAYqc>). Um grande número de animais já morreu queimado e /ou intoxicado pela fumaça e pelo calor. Principalmente, aqueles que não conseguem fugir ou se abrigar. Os animais jovens e pequenos, além dos ninhais, certamente encontram-se em situação de risco maior do que os adultos. Muitos animais também morrem de fome e sede. A avifauna e os quirópteros e artrópodes perdem abrigos onde repousam, se abrigam, se reproduzem e encontram alimentos. Os mamíferos e aves terrestres e répteis de pequeno e médio porte que sobrevivem se deslocam para áreas abertas e descampadas, sem lugar para se esconderem, virando presas fáceis para predadores; os de grande porte perdem alimento. O mesmo ocorre com o gado bovino, uma vez que os fazendeiros perdem áreas e rotas de translocação de rebanhos e as comunidades locais perdem as criações de pequeno porte (galinhas e porcos). A perda de vegetação, consumidores primários, vertebrados e invertebrados e fauna edáfica compromete a teia alimentar, certamente já em colapso em determinadas áreas do Pantanal. A perda de espécies-chave como, por exemplo os tucanos que, ao buscarem frutos em locais inacessíveis a animais desprovidos de longos bicos, disponibilizam alimentos a diversas outras espécies, agrava ainda mais a capacidade de resiliência e restauração das funções ecossistêmicas. Vale ressaltar que a temperatura do ar durante uma queimada pode variar de 85°C a 840°C, enquanto no solo as temperaturas variam de 29°C a 55°C a 1 cm de profundidade. Ecologistas afirmam que meses de incêndios sem precedentes podem levar várias espécies à extinção (Ubaid, 2014). Já se fala em perdas relativas a uma década de conservação e talvez não exista a possibilidade de recuperação para algumas espécies.

Vale ressaltar a situação de saúde da população do Pantanal exposta às queimadas, principalmente os grupos mais vulneráveis, como os brigadistas, gestantes, crianças e idosos, e aquelas que apresentam doenças respiratórias e cardiovasculares crônicas e/ou que vivem nos pequenos povoados em áreas afastadas de núcleos urbanos. Estas populações encontram-se em situação de extrema vulnerabilidade biológica, considerando a exposição aguda e crônica ao calor as altas concentrações de partículas inaláveis finas (PM_{2,5}), partículas inaláveis grossas (PM₁₀), Monóxido de Carbono (CO), Monóxido de Nitrogênio (NO), Óxido Nitroso (N₂O), Nitrogênio (N₂), Dióxido de Enxofre (SO₂) e fuligem (“*black carbon*”), além dos compostos carcinogênicos. Estes compostos podem provocar queimaduras, asfixias e irritação das mucosas. O principal causador da asfixia é o monóxido de carbono (CO), composto gerado pela queima incompleta da vegetação. Quando inalado pelos animais e o homem, rapidamente entra na corrente sanguínea e adere fortemente a hemoglobina formando a carboxi-hemoglobina (Guyton, A.C.; Hall, J.E., 2019). A carboxi-hemoglobina é 200 vezes mais estável que a oxí-hemoglobina (hemoglobina com oxigênio) e, por isso, desloca o oxigênio das hemácias provocando hipoxia (redução na concentração tecidual de oxigênio). As consequências da hipoxia são: atordoamento, fraqueza muscular, desmaio e finalmente a morte. Outros gases presentes na fumaça, como o dióxido sulfúrico (SO₂), altamente tóxico, e os óxidos de nitrogênio (NO_x), podem provocar irritação nos olhos, garganta e nariz, causando um intenso desconforto e dificuldade respiratória. O PM_{2,5} atinge profundamente as vias respiratórias, desencadeando constrição dos brônquios e redução no aporte de oxigênio para alvéolos pulmonares, podendo exacerbar a asma, quadros alérgicos e doenças cardiovasculares.



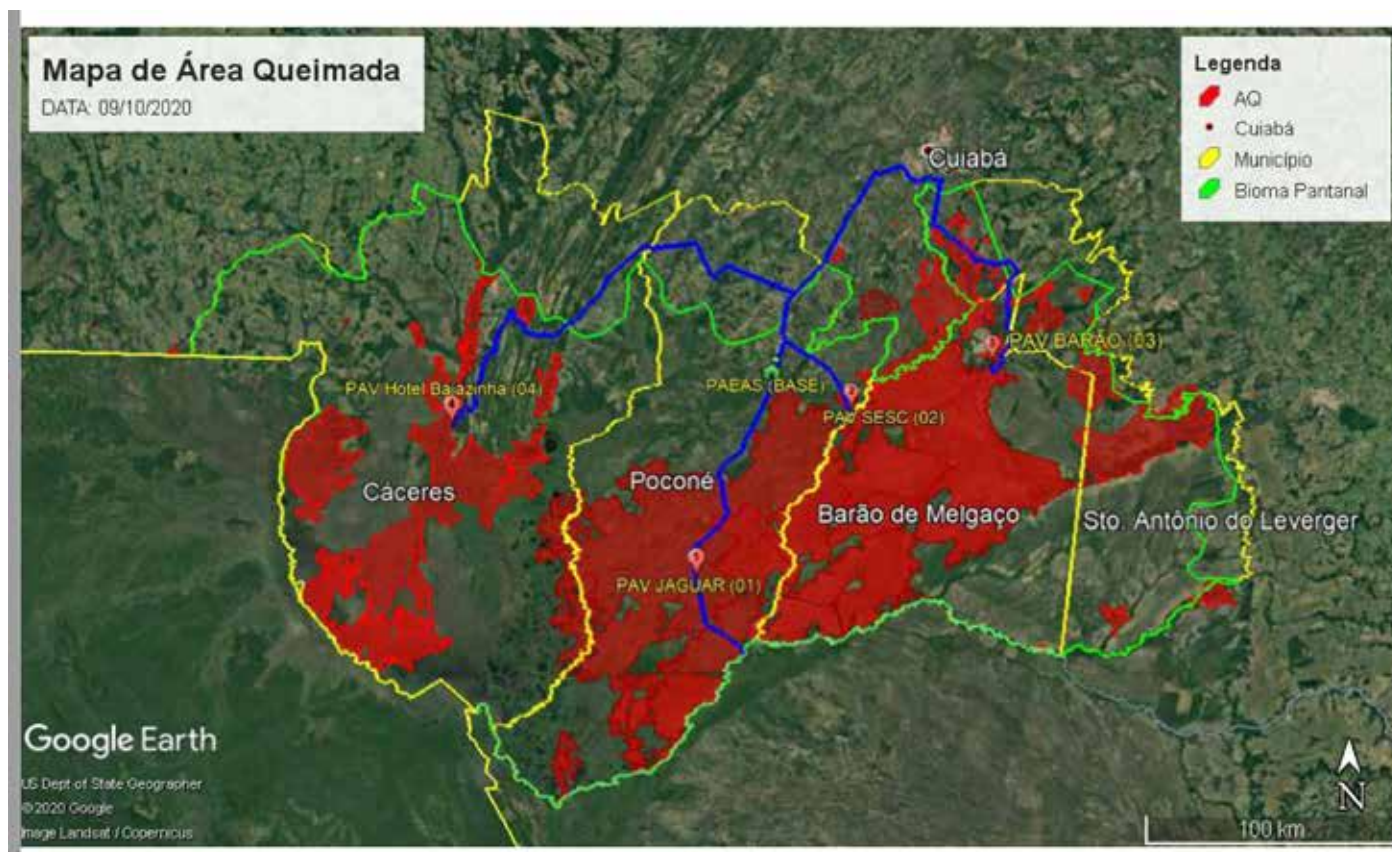
Foto: Peter Illiciev

FIGURA 3 - IMAGEM OBTIDA VIA O SATÉLITE SENTINEL 2 (BANDA 8) DATANDO DE 26 DE AGOSTO DE 2020. NA DATA CITADA 69.257,7 HECTARES FORAM QUEIMADOS NA ÁREA DA RPPN SESC PANTANAL E 433,5 HECTARES NO PARQUE BAÍA DAS PEDRAS. NA REGIÃO EXTERNA À RPPN 599.524,0 HECTARES APRESENTARAM EVIDÊNCIAS DE FOGO. AS SUPERFÍCIES QUEIMADAS NO PANTANAL NORTE CONSIDERAM SOMENTE A PORÇÃO SELECIONADA E NÃO OBJETIVAM AVALIAÇÃO DA TOTALIDADE DA REGIÃO. A LINHA CONTÍNUA CONECTANDO POCONÉ - PORTO JOFRE IDENTIFICA A TRANSPANTANEIRA, MT-060.



Fonte: Cordeiro, J.L.P e Oliveira, L.F. Caminhos do Fogo no Norte do Pantanal - RPPN Sesc Pantanal e adjacências - Relatório Técnico - Fundação Oswaldo Cruz - Ceará e Depto. de Vertebrados, Museu Nacional, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ (comunicação pessoal).

FIGURA 4 - ÁREA ATINGIDA PELOS INCÊNDIOS NO PANTANAL DO ESTADO DO MATO GROSSO.



Fonte: Comando de Combate a Incêndio da Secretaria de Meio Ambiente do estado do Mato Grosso.

Em relação aos animais, a reserva energética no organismo interfere na capacidade de fuga. Os depósitos de glicogênio (molécula armazenadora de glicose) nos tecidos musculares e hepáticos funcionam como reservas energéticas de mobilização rápida, quando assim requisitadas. Grande quantidade de energia pode ser mobilizada das reservas lipídicas presentes no tecido adiposo dos animais. Contudo, a retirada de energia dessa reserva é mais lenta quando comparada a mobilização de energia das reservas de glicogênio. A capacidade de acumular glicogênio assim como de gordura no organismo depende da condição nutricional prévia do animal (Guyton, A.C.; Hall, J.E., 2019). Em períodos de seca, nos quais as queimadas são mais frequentes, a disponibilidade de alimento é menor, deixando os animais mais vulneráveis à desnutrição.

Temperaturas elevadas nas regiões de queimadas podem ser responsáveis pela morte direta dos animais. O calor excessivo gerado pela combustão, além de causar queimaduras que provocam dores e lesões, causam desidratação e perda de eletrólitos. O balanço hídrico dos animais e do homem depende basicamente da taxa de ingestão de água e do volume de líquidos perdidos. A disponibilidade reduzida de água, seja pela estiagem intensa e extensa na região do Pantanal, a destruição dos mananciais e/ou esgotamento das reservas, apresenta uma grande ameaça a sobrevivência das espécies. O aumento da frequência respiratória, decorrente do calor excessivo e da inalação de gases tóxicos como mencionado anteriormente, aumenta as perdas de água do corpo por evaporação e quando associado à baixa ingestão, considerando que em situação de luta ou fuga os animais não se sentem motivados a ingerir água, o risco de desidratação aumenta consideravelmente. A desidratação provoca redução da função muscular, fadiga, redução da função excretora dos rins, redução da pressão arterial e em situações mais graves leva à desorientação espacial, desmaio e finalmente à morte (Guyton, A.C.; Hall, J.E., 2019). A orientação espacial na situação de fuga é fundamental para a sobrevivência. Afastar-se do perigo, encontrar abrigo ou escolher rotas de fuga seguras são situações que dependem da integridade mental do animal. Nas queimadas os animais ameaçados pelo fogo precisam tomar decisões rápidas, assim como mobilizar os músculos para executar suas escolhas, situações que podem ser prejudicadas pela desidratação e a fumaça que contém gases tóxicos.

Nas últimas décadas as doenças infecciosas ganharam visibilidade com a emergência de zoonoses, especialmente as relacionadas à fauna silvestre, cuja força motriz está nas alterações ambientais, simplificação ecossistêmica, substituição de habitats com o rompimento da barreira biológica entre hospedeiros e vetores, incluindo humanos e animais domésticos. O conjunto destes fatores elencam o Brasil como “hotspot” para emergência de novas doenças em razão do avanço da perda de áreas naturais, justamente aquelas de alta biodiversidade que, entre outros benefícios, exercem o efeito de diluição na transmissão de patógenos (Keesing et al., 2010, Kreuder Johnson et al., 2015, Allen et al., 2017). Exemplificando, no Brasil, são conhecidos aproximadamente 40 vírus de importância médica transmitidos por insetos, e destes 85% são mantidos em ciclos enzoóticos de transmissão envolvendo animais silvestres e mosquitos em áreas florestais no Brasil (Vasconcelos 2001). No Pantanal do Mato Grosso do Sul (MS), em investigações de vírus emergentes realizadas pela Fiocruz em colaboração com outras instituições, foram encontradas evidências sorológicas de pelo menos 16 arbovírus de importância médica, além da detecção de seis novos vírus até então desconhecidos da ciência, e de importância médica ainda a ser determinada (Pauvolid-Correa et al. 2010; 2011; 2013; 2014; 2015a,b; 2016; 2017).

Na atualidade é inequívoco afirmar, diante da pandemia de SARS-CoV-2, que conhecer a diversidade de patógenos circulantes nos animais silvestres representa ação estratégica para a saúde e a economia de um país. Os estudos que buscam esses patógenos na natureza são custosos, requerem pessoal especializado tanto para a captura de animais, quanto para a coleta de amostras e para os diagnósticos que perpassam desde a investigação direta, até as técnicas sofisticadas e que avançam a cada dia com as ômicas, além da infraestrutura. No entanto, as amostras biológicas representam a unidade pela qual esses estudos se iniciam. Na tragédia ambiental pantaneira, a possibilidade de coleta de amostras de tecidos e órgãos de espécies acometidas pelos incêndios representa a perversa oportunidade de estudar esses agentes infecciosos, testemunhos do arranjo biológico de um cenário que será reconstituído sob nova organização biológica. Coletar, armazenar e organizar informações e dados deste material possibilitará inúmeras pesquisas, formação de pesquisadores e geração de conhecimento para o futuro, esforços que se organizam em diversos países.

No cenário das queimadas e derrubadas no Pantanal e Amazônia, a mensuração da perda da biodiversidade e o monitoramento da dispersão de indivíduos de espécies vetoras e hospedeiros, especialmente, quirópteros, roedores, carnívoros, aves e primatas devem ser implementados de modo contínuo e integrado entre o setor saúde, ambiental e agropecuário (Bonilla-Aldana et al. 2019). A participação da sociedade representa força de observação, registro da realidade e atuação local importantes (Calheiros et al. 2000) e quando facilitada por tecnologia digital, garante dados de qualidade e georreferenciados, em tempo real, complementares à pesquisa científica (Chame et., at. 2019). No caso da Febre Amarela, o registro de primatas não humanos mortos ou doentes disponibilizados aos gestores de saúde possibilitou, no Sul do Brasil, a definição de áreas prioritárias para vacinação e a redução drástica de mortes por Febre Amarela em humanos (MS 2019).

Considerando os impactos das queimadas no Pantanal sobre a saúde, no mais amplo conceito da saúde única, é possível identificar consequências em diversos níveis de gravidade e escalas espaço-temporal que atingirão de modos distintos as comunidades locais, os agentes que lutam no controle do fogo, as populações humanas e toda a biodiversidade. Urge, assim, a organização e planejamento de esforços que possam contribuir para mensurar os impactos imediatos, de médio e longo prazo para que se possa identificar campos de atuação, parcerias, necessidades e ações que avaliem, minimizem e mitiguem o cenário regional.



Foto: Peter Iliev

A Fiocruz tem em sua missão e história o enfrentamento, a solidariedade e capacidade de atender e integrar esforços no campo da saúde humana, ambiental e da biodiversidade.

Esta Nota Técnica tem como objetivo reunir expertises em diversos campos do saber e instituições estaduais e nacionais, jovens e já estabelecidas, contribuir com órgãos e instituições locais, regionais e nacionais para a geração de conhecimento, compreensão dos efeitos e impactos dos incêndios no Pantanal Mato-grossense para a saúde humana, de animais silvestres e ecossistêmica e subsidiar, inicialmente, a articulação institucional e ações na região.

A visita à região pela equipe da Fiocruz e trabalho conjunto com os grupos das instituições parceiras, vem se consolidando em propostas de trabalho que objetivam, inicialmente, a avaliação dos impactos de curto e médio prazos dos incêndios na saúde das comunidades humanas e animais nas áreas mais impactadas; a ampliação da vigilância da emergência de zoonoses com a participação da sociedade e dos serviços de saúde por meio do uso da Plataforma do Sistema de Informação em Saúde Silvestre (SISS-Geo SUS); e a proposta de formação de uma rede pantaneira de informação e dados de amostras biológicas da fauna, de modo que estudos possam avançar na identificação de agentes infecciosos na biodiversidade. Espera-se assim, contribuir para gerar ações prioritárias e antecipadas aos problemas de saúde e subsidiar políticas públicas de uso do solo e dos recursos naturais.



Foto: Peter Illiciev



Foto: Peter Illiciev

REFERÊNCIAS

- Allen, T., Murray, K.A., Zambrana-Torrel, C. et al. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nat Commun* 8, 1124 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00923-8>
- ANA – Agência Nacional de Águas. Rede hidrometeorológica básica. Brasília, 2004. Disponível em: Artigo19. Campanha global pela liberdade de expressão. Acesso à informação ambiental. (s/l). (s/d).
- Bonilla-Aldana, D.K, Suárez J.A, Franco-Paredes C, Vilcarromero S, Mattar S, Gómez-Marín, J.E, Villamil-Gómez W.E, Ruíz-Sáenz J, Cardona-Ospina, J.A, Idarraga-Bedoya, S.E., García-Bustos, J.J., Jimenez-Posada, E.V. y Rodríguez-Morales, A. J. (2019) Brazil burning! What is the potential impact of the Amazon wildfires on vector-borne and zoonotic emerging diseases? - A statement from an international experts meeting. *Travel Med Infect Dis.* 2019 Sep - Oct;31:101474. doi: 10.1016/j.tmaid.2019.101474.
- Borges, S.H. Bird Assemblages in Secondary Forests Developing after Slash-and-Burn Agriculture in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, vol. 23, no. 4, 2007, pp. 469–477. JSTOR, www.jstor.org/stable/4499120. Accessed 16 Sept. 2020.
- 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.
- Chame M., Barbosa H.J.C, Gadelha L.M.R, Augusto D.A, Krempser E., Abdalla L. SISS-Geo: Leveraging Citizen Science to Monitor Wildlife Health Risks in Brazil. *J Health Informatics Res v 1, p 1-27 2019; 1: 1–27.*
- Da Silva, C.J.; Keid, N.; Ikeda-Castrillon, S.K.; Lopes, C.R.A.S.; Da Silva, N.; Ribeiro, J.; C.; Arniello, M.A.; Mariotti, P.R.; Lazaro, W.L., Morini, A.; Zago, B.W.; Façanha, C.L.; Albernaz-Silveira, R.; Loureiro, E.; Viana, I.G.; Oliveira, R.F.; Alves, C.; Wesley, J.; De Arruda, J.C.; Sander, N.L; De Freitas Junior, D.S.; Pinto, V.R; De Lima, A.C.; Jongman, R.H.G., Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay-Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land Use Policy* v. 47, p. 163-178, 2015.
- Da Silva, C.J; Albernaz-Silveira, R; Nogueira, P.S. Perceptions on climate change of the traditional Community Cuiabá Mirim, Pantanal Wetland, Mato Grosso, Brazil. *Climatic Change*, v. 127, p. 83-92, 2014.
- Da Silva, C.J; Nogueira, P.S.; Silveira, J. S. ; Litre, G. ; Arruda, J.C. ; Sander, N.L ; Façanha, C. L. ; Viana, I.G.; Henke, C. Estudos de Caso - Pantanal. In: Bursztyn, M.; Rodrigues Filho, S. (Org.). *O Clima em transe - Vulnerabilidade e Adaptação da Agricultura Familiar*. 1sted.Rio de Janeiro: Garamound, 2016, p. 173-196.
- Department of Health. Exposure to Smoke from Fires. USA. Revised: January 2020. https://health.ny.gov/environmental/outdoors/air/smoke_from_fire.htm#:~:text=All%20smoke%20contains%20carbon%20monoxide,%2C%20styrene%2C%20metals%20and%20dioxins
- Ferreira, S. W.T.; Larcher, L.; Rabelo. A.P.C. Análise da distribuição espaço-temporal dos focos de incêndio no Pantanal (2000-2016). *Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro 2018 Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, p. 563-573
- Guyton, A.C.; Hall, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 13ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 2017.
- Junk, W. J. ; Piedade, M. T. F. ; Lourival, R. ; Wittmann, F. ; Kandus, P. ; Lacerda, L. D. ; Bozelli, R. L. ; Esteves, F. A. ; Nunes da Cunha, C. ; Maltchik, L. ; Schongart, J. ; Schaeffer- Novelli, Y. ; Agostinho, A. A. . Issue Information. *Aquatic Conservation (Print)* , v. 24, p. i-ii, 2014.
- Junk, Wolfgang J. ; Nunes da Cunha, Catia . Pasture clearing from invasive woody plants in the Pantanal: a tool for sustainable management or environmental destruction?. *Wetlands Ecology and Management* , v. 1, p. 1-12, 2012.
- Keesing, F., Belden, L., Daszak, P. et al. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468, 647–652 (2010). <https://doi.org/10.1038/nature09575>
- Kreuder Johnson, C., Hitchens, P., Smiley Evans, T. et al. Spillover and pandemic properties of zoonotic viruses with high host plasticity. *Sci Rep* 5, 14830 (2015). <https://doi.org/10.1038/srep14830>
- Lazaro, W. L. ; Oliveira-Junior, E. S. ; Da Silva, C.J.; Castrillon, S. I. ; Muniz, C. C. . Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnologica Brasiliensia* (online), v. 32, p. 1, 2020.

Litre, G. ; Da Silva, C.J; Silveira, J. S. ; Nogueira, P. S. ; Façanha, C. L. ; Saito, C. H. ; Raquel, F. ; Freitas, D. S. ; Napolis, P. . Estudos de caso Cerrado. In: Bursztyn, M. & Rodrigues Filho, S. (Org.). O Clima em Transe - Vulnerabilidade e Adaptação da Agricultura Familiar.. 1ª ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2016, v. , p. 139-173.

Macedo, H. A.; Silva, A.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J. Avaliação das queimadas no Pantanal do Paraguai na região de Corumbá e Ladário, MS no período de maio de 2009. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 7-11 novembro 2009. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.452-459.

Matos, N. M. 2015. Incêndios florestais no bioma pantanal: dinâmica espacial e temporal entre 2003 e 2013. Universidade de Brasília, Brasília.

Nasuti, S. ; Litre, Gabriela ; Gucciardi, C. ; Da Silva, C. J. ; Nogueira, P.S. . Percepções de pequenos agricultores sobre o clima: Comparação entre os biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga e Pantana. In: Marcel Bursztyn, Saulo Rodrigues Filho. (Org.). O CLIMA EM TRANSE Vulnerabilidade e Adaptação da Agricultura Familiar. 1ª ed. Rio de Janeiro: Garamondz, Carolina Joana da Silva, Pedro, 2016, v. , p. 197-218.

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

Olivo-Neto, A.M.; Da Silva, C. J. ; Castrillon, S.K.I.; Lazaro, W. L. ; Damasceno-Junior, G.A.; Gris, D.; Pereira, T.D.C.; Sander, N.L. Spatial distribution of single specie dominant forests of *Erythrina fusca* Lour. at the Taiaã Ecological Station, Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Tropical Ecology*, v. 61, p. 248-257, 2020.

Pauvolid-Corrêa A, Campos Z, Juliano R, Velez J, Nogueira RM, Komar N. 2014. Serological evidence of widespread circulation of West Nile virus and other flaviviruses in equines of the Pantanal, Brazil. *PLoS Neg Trop Dis* 8:e2706. doi:10.1371/journal.pntd.0002706.

Pauvolid-Corrêa A, Campos Z, Soares R, Nogueira RMR, Komar N. Neutralizing antibodies for orthobunyaviruses in Pantanal, Brazil. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017;11(11):e0006014. Published 2017 Nov 1. doi:10.1371/journal.pntd.0006014

Pauvolid-Corrêa A, Juliano RS, Campos Z, Velez J, Nogueira RM, Komar N. 2015. Neutralising antibodies for Mayaro virus in Pantanal, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 110:125–133. doi:10.1590/0074-02760140383.

Pauvolid-Corrêa A, Kenney JL, Couto-Lima D, Campos ZM, Schatzmayr HG, Nogueira RM, Brault AC, Komar N. 2013. Ilheus virus isolation in the Pantanal, west-central Brazil. *PLoS Neg Trop Dis* 7:e2318. doi:10.1371/journal.pntd.0002318.

Pauvolid-Corrêa A, Morales MA, Levis S, Figueiredo LT, Couto-Lima D, Campos Z, Nogueira MF, da Silva EE, Nogueira RM, Schatzmayr HG. 2011. Neutralising antibodies for West Nile virus in horses from Brazilian Pantanal. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 106:467–474. doi:10.1590/S0074-02762011000400014.

Pauvolid-Corrêa A, Solberg O, Couto-Lima D, Kenney J, Serra-Freire N, Brault A, Nogueira R, Langevin S, Komar N. 2015. Nhimirim virus, a novel flavivirus isolated from mosquitoes from the Pantanal, Brazil. *Arch Virol* 160:21–27. doi:10.1007/s00705-014-2219-8.

Pauvolid-Corrêa A, Solberg O, Couto-Lima D, Nogueira RM, Langevin S, Komar N. Novel Viruses Isolated from Mosquitoes in Pantanal, Brazil. *Genome Announc*. 2016;4(6):e01195-16. Published 2016 Nov 3. doi:10.1128/genomeA.01195-16

Pauvolid-Corrêa A, Tavares FN, Costa EV, Burlandy FM, Murta M, Pellegrin AO, Nogueira MF, Silva EE. 2010. Serologic evidence of the recent circulation of Saint Louis encephalitis virus and high prevalence of equine encephalitis viruses in horses in the Nhecolândia sub-region in south Pantanal, Central-West Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 105:829–833. doi:10.1590/S0074-02762010000600017

Soares, R. V.; Batista, A. C. Incêndios Florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: UFPR, 2007.