

Mudanças climáticas e o Pantanal

Sandro Menezes Silva

Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA

As mudanças climáticas são entendidas como um conjunto significativo e persistente de alterações nos padrões climáticos da Terra, e fazem parte da história do planeta. Antes da existência da espécie humana, o clima da Terra passou por ciclos de aquecimento e resfriamento motivados por diversas causas, como mudanças na órbita da Terra, atividade solar, vulcanismo e alterações oceânicas. Nos últimos 2,4 milhões de anos, período que delimita o Pleistoceno, o planeta passou por ciclos de glaciações, quando grande parte dos continentes ficou coberta de gelo, ocasionados principalmente por mudanças na órbita e na inclinação do eixo terrestre. Nos últimos 11.700 anos, já no Holoceno, a Terra passa por um período interglacial, com clima relativamente estável quando comparado com os períodos extremos das eras glaciais.

As atividades humanas passaram a ter relevância nesses ciclos climáticos a partir da Revolução Industrial, em meados do Século XVIII, quando houve um aumento nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), devido principalmente à queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural e petróleo), ao desmatamento, ao uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura e aos incêndios florestais. Os GEE são componentes da atmosfera que têm a capacidade de absorver e emitir radiação infravermelha, fundamental para a manutenção da temperatura adequada à vida na Terra, pois ajudam a reter parte do calor do sol na atmosfera, criando o que se conhece como “efeito estufa”. Os principais GEE são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), o ozônio (O₃) e o vapor d'água (H₂O).

Desde o final do século XIX, a temperatura média global tem aumentado de forma constante devido ao aumento das concentrações de GEE na atmosfera; a título de exemplo, somente no último século a temperatura global aumentou 1 °C (+0,2), com previsões para 2100 de um aumento entre 1,5 °C e 6 °C, dependendo da região da Terra. Este aquecimento tem sido acompanhado por mudanças nos padrões de precipitação, eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos, e outros impactos. Modelos climáticos sugerem que, sem ações significativas para reduzir as emissões dos GEE, o aquecimento global continuará e trará consequências graves para os ecossistemas, para a espécie humana e para a economia global. Ainda que os registros geológicos, paleoclimatológicos e históricos tragam evidências consistentes sobre as constantes mudanças no clima da Terra ao longo de sua história, o ritmo e a magnitude das mudanças em curso são devidos principalmente às atividades humanas, o que enfatiza a necessidade de adoção de medidas de mitigação e de adaptação para enfrentar essa crise climática (Figura 1).

As mudanças climáticas em curso manifestam-se de diversas formas, incluindo o aumento da temperatura média do planeta, mudanças nos padrões de precipitação pluvial, aumento da ocorrência e da intensidade de eventos climáticos extremos, derretimento das geleiras com consequente elevação do nível do mar, além de alterações no funcionamento dos ecossistemas, com consequências diretas para as comunidades humanas, como diminuição na disponibilidade de água, perdas na agricultura e riscos à segurança alimentar, e para a biodiversidade, incluindo a perda de habitats naturais e a extinção de espécies. As causas das mudanças climáticas são complexas e incluem fatores naturais, como variações na atividade solar e erupções vulcânicas, bem como atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento, a agricultura intensiva e outros processos que liberam GEE na atmosfera.

O Atlas da Mortalidade e Perdas Econômicas por Extremos Meteorológicos, Climáticos e Hídricos, produzido no âmbito da Organização Meteorológica Mundial (OMM) e publicado em agosto de 2021, aponta que os eventos extremos quintuplicaram o número de desastres naturais em 50 anos. Foram mais de 11 mil desastres de 1970 a 2019, com pouco mais de 2 milhões de mortes e US\$ 3,64 trilhões em danos. As perdas econômicas aumentaram sete vezes nesse período, (média diária de US\$ 49 milhões na década de 1970 e de US\$ 383 milhões no período 2010-2019), mas o número de mortes diminuiu quase três vezes no mesmo período (de mais de 50 mil por ano na década de 1970 para menos de 20 mil na década de 2010), graças aos alertas precoces e à melhoria no gerenciamento de riscos; mais de 91% das mortes concentraram-se em países em desenvolvimento.

O Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), órgão científico intergovernamental criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), fornece avaliações científicas objetivas sobre as mudanças climáticas, suas implicações e potenciais estratégias de resposta. Formado por milhares de cientistas das diversas áreas relacionadas ao clima, o grupo revisa e sintetiza o conhecimento científico sobre o tema, e avalia suas consequências sobre o planeta, o que resulta em relatórios periódicos de avaliação, amplamente usados como referências científicas sobre o assunto. Esses relatórios são fundamentais não só para o entendimento do processo, mas também para orientar políticas públicas e ações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O IPCC também participa das negociações climáticas globais, como as Conferências das Partes (COP) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), onde representantes de Estado discutem e negociam acordos para enfrentar as mudanças climáticas.

Acredita-se que o Pantanal será, ou já vem sendo, segundo alguns pesquisadores, profundamente impactado pelas mudanças climáticas, cujos principais efeitos potenciais podem ser reunidos da seguinte forma:

1. Aumento da frequência de eventos climáticos extremos: uma das “marcas registradas” do Pantanal, o pulso de inundação, que é a alternância entre as épocas de seca e de cheia, quando ocorrem as inundações tão características dessa região, pode ser severamente alterado. Os períodos de seca prolongada estão se tornando cada vez mais intensos e frequentes, reduzindo os níveis de água e afetando a biodiversidade, enquanto as inundações poderão ser mais severas, com danos à infraestrutura, à pecuária e ao modo de vida das comunidades locais;

2. Alterações nos regimes de chuva: as mudanças climáticas podem afetar os padrões de precipitação, alterando as estações de seca e chuva no Pantanal. Isso pode ter efeitos significativos na hidrologia do Pantanal, afetando a disponibilidade de água e os ecossistemas aquáticos;

3. Perda de biodiversidade: as mudanças climáticas, juntamente com outros fatores como o desmatamento e a poluição, estão contribuindo para a perda de habitats e a diminuição das populações de várias espécies de mamíferos, de aves, de anfíbios e de peixes;

4. Incêndios florestais: secas mais frequentes e intensas aumentam o risco de incêndios florestais como os ocorridos em 2020, quando o Pantanal passou por uma temporada de incêndios avassaladora, que consumiu quase 30% da vegetação pantaneira, com impactos graves tanto sobre a biodiversidade como sobre as comunidades locais;

5. Impactos socioeconômicos: impactos significativos nas comunidades locais são esperados nesse cenário de mudanças climáticas, pois esses dependem dos recursos naturais para subsistência, tanto por meio do turismo, como pela pesca e pela pecuária tradicional. A perda de biodiversidade, a degradação ambiental e a instabilidade climática podem afetar negativamente o modo de vida e o bem-estar dessas comunidades.

No caso de um aumento médio da temperatura global de 2° C, a temperatura no Brasil poderia aumentar entre 3° C e 3,5° C; se a temperatura média global aumentar em 4° C, projeta-se um aquecimento entre 5° C e 5,5° C no Brasil, principalmente na região central do país, com impactos sobre a saúde da população e sobre a economia além de graves consequências ambientais, como o aumento das queimadas e mudanças no regime de chuvas, o que afetaria diretamente a produção agropecuária brasileira. Na região Centro Oeste, onde situa-se o Pantanal, há previsão de redução do volume de chuvas, afetando diretamente o pulso de inundação, um fator ecológico determinante para a biodiversidade e para a vida pantaneira. (Figura 2).

Com a possibilidade de intensificação dos eventos climáticos extremos, o Pantanal corre o risco de passar por super cheias, com as ocorridas em 2011, 2014 e 2018, ou de secas prolongadas, como ocorreu entre 2019 e 2021, aumentam, além de picos com temperaturas extremas de até 6°C acima das médias históricas. Os incêndios registrados nesse período, responsáveis pela destruição de quase 30% do Pantanal, são uma consequência da sinergia entre falta de chuva e altas temperaturas, e podem tornar-se mais comuns nos próximos anos, com o risco de a planície pantaneira tornar-se algo bem diferente do que conhecemos hoje.

Diante desses desafios, ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas são essenciais para a proteção do Pantanal e de suas comunidades, o que inclui a redução das emissões dos GEE, a mudança da matriz energética em busca de fontes de energias renováveis, o aumento da eficiência energética, a proteção dos ecossistemas naturais por meio da conservação de áreas pristinas e da restauração ambiental das áreas degradadas, o fortalecimento do sistema de gestão integrada dos recursos hídricos e dos sistemas de gerenciamento de riscos ambientais, a implementação de práticas agrícolas mais resilientes do ponto de vista climático, o desenvolvimento de infraestrutura compatível com os possíveis eventos climáticos extremos que estão por vir, o fortalecimento das capacidades de resposta a desastres climáticos, e o apoio às comunidades locais na construção de mecanismos de resiliência às mudanças climáticas.

Os efeitos das mudanças climáticas sobre a humanidade e sobre a biodiversidade são um dos grandes desafios deste século, e necessitam de estudos, estratégias de enfrentamento e políticas públicas que visem minimizar os danos previstos e adaptar-se às alterações que virão. Pesquisadores de diversos países do mundo têm alertado para as ameaças aos ambientes naturais, à produção agropecuária e ao patrimônio mundial, havendo urgência na adoção de medidas que contribuam para a conservação desse patrimônio. Além dos riscos à vida humana e à biodiversidade ocasionados pelas mudanças climáticas, devem ser considerados ainda os potenciais impactos socioeconômicos e culturais. Os efeitos do aquecimento global também afetam o patrimônio cultural dos povos originários e das comunidades tradicionais, tanto nos seus territórios como em suas memórias, saberes e tradições, impactando diretamente a identidade, a memória afetiva, os valores e a reprodução cultural desses grupos. Assim, pode-se afirmar que as alterações decorrentes das mudanças climáticas comprometerão não só aspectos ambientais do Pantanal, mas também econômicos, sociais e culturais, ameaçando esse território e as comunidades que aí vivem, trabalham e socializam.

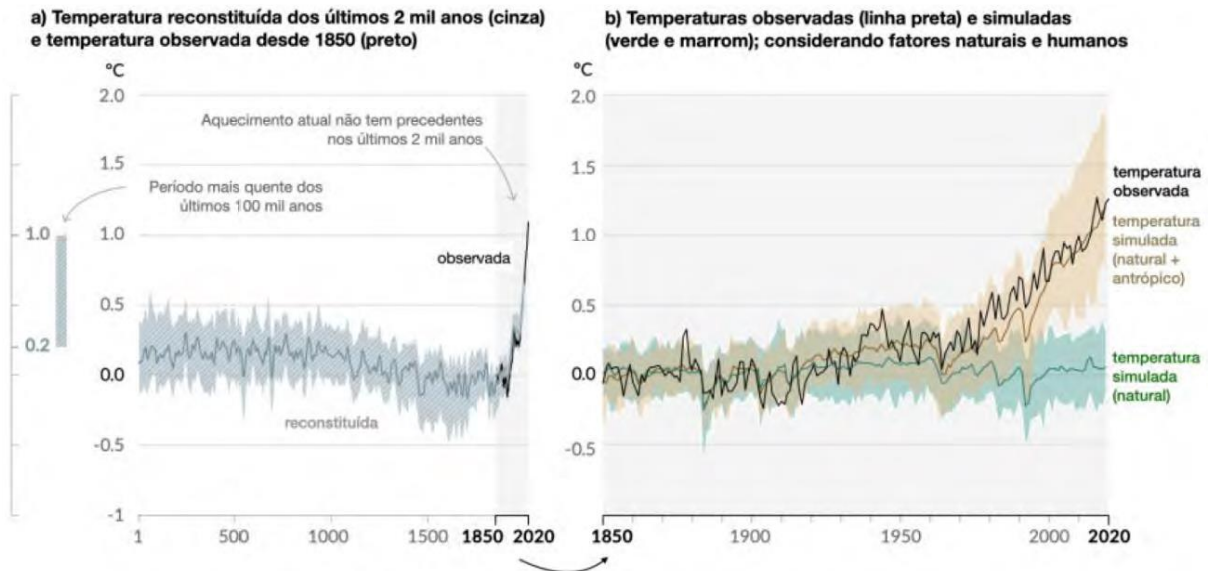


Figura 1 - Variação decadal da temperatura média da superfície do globo nos últimos 2 mil anos juntamente com as observações de 1850-2020 (linha preta sólida). B) variação anual da temperatura média da superfície do globo nos últimos 170 anos (utilizando de referência os anos de 1850-1900). Fonte: Silva et al. (2022).

Impacto das mudanças climáticas na América do Sul e Central

IPCC projeta cenários para diferentes níveis de aquecimento global na comparação com 1850-1900

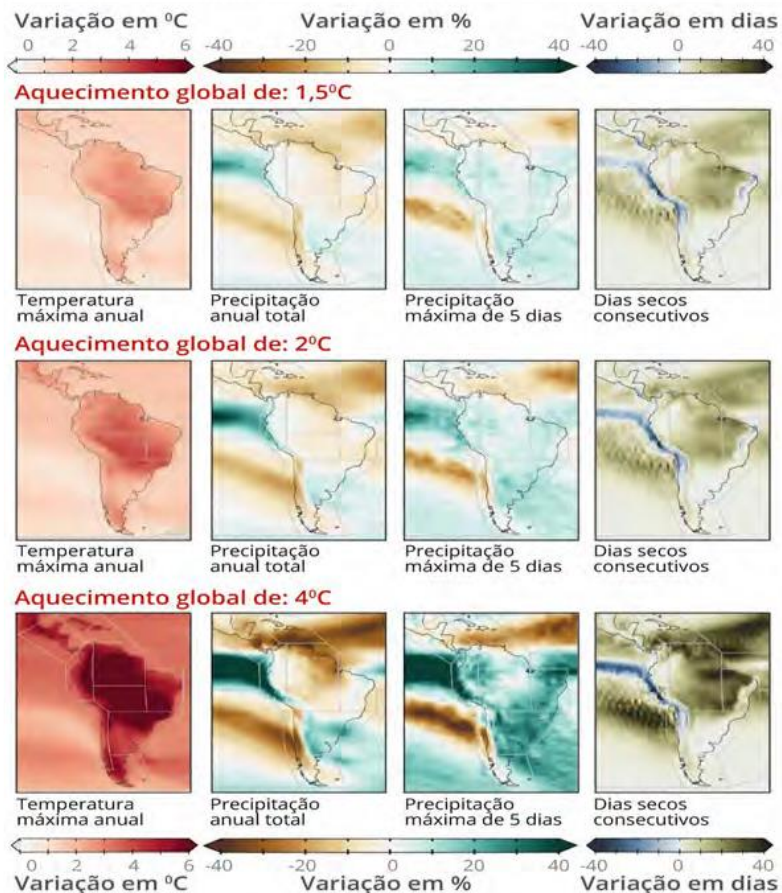


Figura 2: Mudanças regionais projetadas para diferentes cenários de aquecimento. Fonte IPCC (2024).

Fontes consultadas:

- Costa, M. A., & da Silva, L. P. (2021). Mudanças climáticas e patrimônio cultural de povos indígenas e comunidades tradicionais no Pantanal. *Patrimônio e Memória*, 17(2), 103-123. Disponível em <http://200.145.164.4/index.php/pem/article/viewFile/1349/1262>
- Ioris, A. A. R., Irigaray, C. T., & Girard, P. (2014). Institutional responses to climate change: opportunities and barriers for adaptation in the Pantanal and the Upper Paraguay River Basin. *Climatic change*, 127, 139-151. Disponível em <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10584-014-1134-z.pdf>
- IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2024). Acessado em abril de 204. Disponível em <https://www.ipcc.ch/>
- Irigaray, C.T., Silva, C. J., Medeiros, H. Q., Girard, P., Fava, G. C., Maciel, J. C., Sobrinho, L. G. N., Gallo, R. L. (2011). O Pantanal Matogrossense enquanto patrimônio nacional no contexto das mudanças climáticas. Silva, S. T., Cureau, S., Leuzinger, M. (Org.). *Mudança do Clima. Desafios jurídicos, econômicos e socioambientais*. São Paulo: Fiuza. ISBN 978-85-62354-27-4. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Pierre-Girard-4/publication/287878717_O_Pantanal_Matogrossense_enquanto_patrimonio_nacional_no_contexto_das_mudancas_climaticas/links/568191aa08ae1975838f8d78/O-Pantanal-Matogrossense-enquanto-patrimonio-nacional-no-contexto-das-mudancas-climaticas.pdf
- Lázaro, W. L., Oliveira-Júnior, E. S., Silva, C. J. D., Castrillon, S. K. I., & Muniz, C. C. (2020). Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32, e104. Disponível em <https://www.scielo.br/ijalb/a/6WY69WMrd8CDsycNgWSwF5j/>
- Marengo, J. A., Alves, L. M., & Torres, R. R. (2016). Regional climate change scenarios in the Brazilian Pantanal watershed. *Climate Research*, 68(2-3), 201-213. Disponível em <https://www.int-res.com/articles/cr2016/68/c068p201.pdf>
- Marengo, J.A., Oliveira, G.S., Alves, L.M. (2015). Climate Change Scenarios in the Pantanal. In: Bergier, I., Assine, M. (eds) *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 37. Springer International Publishing, Cham. Disponível em <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/65283/1/Ivan%20Bergier.pdf#page=240>
- 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. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721016480>
- Schulz, C., Whitney, B. S., Rossetto, O. C., Neves, D. M., Crabb, L., de Oliveira, E. C., ... & Saito, C. H. (2019). Physical, ecological and human dimensions of environmental change in Brazil's Pantanal wetland: Synthesis and research agenda. *Science of the Total Environment*, 687, 1011-1027. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971932577X>
- Silva, C. A., Fialho, E. S., & Rocha, V. M. (2022). Uma visão social sobre o clima e seus significados nas paisagens climáticas dos lugares, o Pantanal/Brasil no contexto das mudanças climáticas. *Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP Comunidade dos Países de Expressão Portuguesa. Oliveira JLPC, Zacharias AA, Pancher AM (cords.)*, 1, 49-76. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Oliveira-Costa/publication/359511099_Interpretacao_Mapeamento_e_Gestao_Territorial_da_Paisagem_Vegetal_do_Parque_Nacional_Serra_da_Capivara_Piaui-Brasil/links/6241d1718068956f3c54e48d/Interpretacao-Mapeamento-e-Gestao-Territorial-da-Paisagem-Vegetal-do-Parque-Nacional-Serra-da-Capivara-Piaui-Brasil.pdf#page=49