



DIREÇÕES PARA MITIGAR OS IMPACTOS DA SECA EXTREMA NAS POPULAÇÕES DE JACARÉS (*Caiman yacare*) NO PANTANAL

Zilca Campos^{1*}, Guilherme Mourão¹, Fábio de Lima Muniz², Fábio Maffei³, Robin Botero-Arias⁴ & William Ernest Magnusson⁵

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pantanal, Laboratório de Vida Selvagem, Rua 21 de Setembro, 1880, CEP: 79320-900, Corumbá, MS, Brasil.

² Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Evolução e Genética Animal, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, Coroado I, CEP: 69067-005, Manaus, AM, Brasil.

³ Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14, Vargem Limpa, CEP: 17033-360, Bauru, SP, Brasil.

⁴ University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology and Conservation, FL 32603, Gainesville, United States of America.

⁵ Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, CEP 69067-375, Manaus, AM, Brasil.

Email: zilca.campos@embrapa.br (*autor correspondente); guilherme.mourao@embrapa.br; fabiolm_bio@yahoo.com.br; maffei.fabio@gmail.com; robincrocs@gmail.com; bill@inpa.gov.br

Resumo: As mudanças climáticas globais exercem diferentes efeitos negativos ao redor do mundo, e a seca extrema de 2019-2021 observada no Pantanal parece derivar desses efeitos. Espécies aquáticas e semiaquáticas ocorrem em abundância no Pantanal, devido à grande oferta de ambientes sazonalmente inundáveis. O jacaré-do-pantanal, *Caiman yacare*, que na década de 1990 apresentou população estimada em cerca de 3 milhões de indivíduos, apresenta declínio populacional devido à escassez de água nos rios, lagos e açudes restantes. A espécie responde às secas, adotando estratégias de sobrevivência como a estivação na lama e no interior da floresta. Recomendamos três medidas gerais para a conservação do Pantanal como um todo e cinco ações específicas de manejo para minimizar os efeitos da seca nas populações de jacarés no Pantanal.

Palavras-chave: mudanças climáticas, seca extrema, jacaré-do-pantanal, conservação, Brasil

DIRECTIONS TO MITIGATE THE IMPACTS OF EXTREME DROUGHT ON CAIMANS (*Caiman yacare*) POPULATIONS IN THE PANTANAL: Global climate change has negative effects in different ways around the world, and in the Pantanal the extreme drought of the last three years seems to be one such scenario. Many aquatic or semi-aquatic species occur in the Pantanal due to a large availability of seasonally flooding habitats. In the 1990s, the population size of the Pantanal caiman, *Caiman yacare*, was estimated at around 3 million individuals, but at present, it faces a decline due to the water scarcity in the remaining rivers, lakes and water holes. The species responds to the droughts adopting survival strategies such as aestivation in the mud and in the interior of the forest. We recommend three general measures for the conservation of the Pantanal ecoregion and five specific management actions to minimize the effects of drought on caiman populations for the Pantanal.

Keywords: climate change, extreme drought, Pantanal caiman, conservation, Brazil

INTRODUÇÃO

O Pantanal, uma imensa planície inundável neotropical, é reconhecido pela UNESCO como Reserva da Biosfera e Patrimônio Natural Mundial. Está localizado na Bacia do Alto Paraguai (BAP), na porção central da América do Sul, com cerca de 179 mil km² em áreas do Brasil, Bolívia e Paraguai (Marengo *et al.* 2021). A biodiversidade da região está relacionada à disponibilidade de ambientes inundáveis, regulada por pulsos de inundações anuais (outubro a março) e plurianuais (Junk & Da Silva 2000, Junk & Cunha 2005). No século 20, o Pantanal sofreu um prolongado período de secas que prevaleceram entre 1963 e 1973 (Campos *et al.* 2020a). Após, este período, o nível médio do rio Paraguai aumentou, e até meados dos anos 2000 ocorreram grandes inundações e secas moderadas. No início do século 21, secas extremas ocorreram apenas em uns poucos anos isolados. Porém, desde 2019, o Pantanal está sujeito a um novo ciclo de secas severas (Marengo *et al.* 2021), que vem causando redução drástica na disponibilidade de corpos d'água, com consequências diretas e indiretas na redução da biodiversidade local. Além disso, os incêndios florestais tornaram-se mais frequentes e intensos nos últimos anos (Tomas *et al.* 2021).

A disponibilidade de ambientes inundáveis favorece as populações de espécies aquáticas

e semiaquáticas, como o jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). A espécie ocorre no Pantanal, mas também no sul da Amazônia, e às vezes é considerada uma variante geográfica de *Caiman crocodilus* (Roberto *et al.* 2020). O jacaré-do-pantanal já foi considerado um dos crocodilianos mais abundantes do mundo (Coutinho & Campos 1996). Na década de 1990, sua população foi estimada em cerca de três milhões de indivíduos ocorrendo no Pantanal brasileiro (Mourão *et al.* 2000). Nesta época, a pressão da caça ilegal era alta, com intenso comércio internacional de suas peles (Mourão *et al.* 1996). Esta caça foi reduzida a partir de 1992 (Mourão *et al.* 2000), e as populações permaneceram abundantes, embora outras ameaças, como caça pela carne e drenagem de corpos d'água tenham persistido (Campos 2019, Campos *et al.* 2020b). Contudo, a sucessão de secas recentes tem impactado as populações de jacarés (Figura 1) e, desde 2019 muitos habitats aquáticos deixaram de existir ou tornaram-se sazonais. Assim, uma grande fração da população perdeu habitats, locais de nidificação e refúgios, resultando na morte de indivíduos isolados em poças de lama (Figura 2; Campos *et al.* 2020b).

Estratégia de adaptação ao ambiente sazonal

O comportamento de aglomeração é uma estratégia de sobrevivência em resposta às características sazonais do Pantanal (Figura 3; Coutinho &

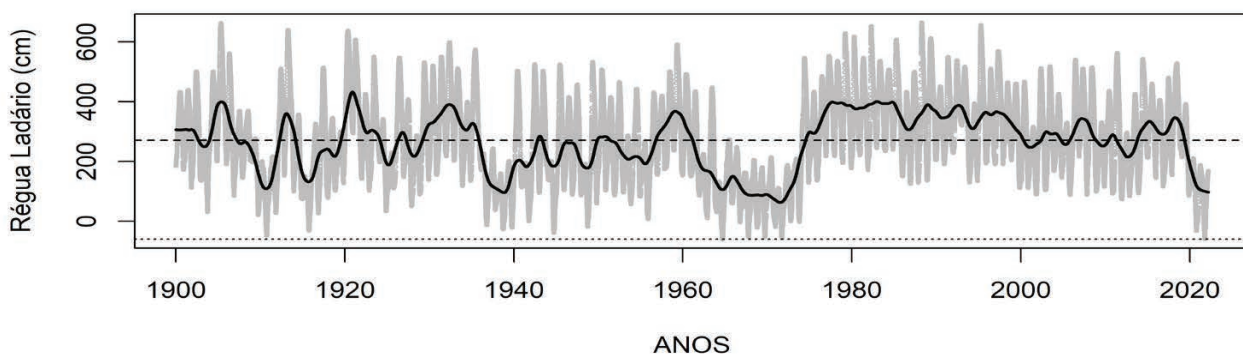


Figura 1. Alturas diárias do rio Paraguai medidas em Ladário (MS), de 1 de janeiro de 1900 a 14 de março de 2022 (em cinza). A curva em preto foi obtida através de um procedimento de suavização de curva (LOWESS) para realçar as tendências plurianuais no nível das águas. A linha tracejada mostra a média histórica do século 20. A linha pontilhada indica o menor valor registrado para o ano de 2021 (-60 cm). Modificado de Campos *et al.* 2020a.

Figure 1. Daily water level of the Paraguay River measured in Ladário (MS), from January 1, 1900 to March 14, 2022 (in gray). The back curve was obtained using a smoothing procedure (LOWESS) to highlight the multi-year trends in the water level. The dashed line shows the historical average for the 20th century. The dotted line indicates the lowest value recorded for the year 2021 (-60 cm). Modified from Campos *et al.*, 2020a.



Figura 2. Lagoa seca com aproximadamente 500 jacarés no Pantanal sul, em agosto/2021. Foto Zilca Campos.

Figure 2. A dry lake with about 500 dead caiman during an extreme drought in the Southern Pantanal (August 2021). Photo Zilca Campos.

Campos 1996). No início da estiagem, grupos de dezenas de jacarés deslocam-se por terra em busca de novas áreas para alimentação e reprodução (Campos *et al.* 2003a). Esse movimento é guiado por indivíduos mais velhos, que conhecem quais corpos d'água persistem nos períodos de seca (Campos *et al.* 2003a). Alternativamente, podem estar na lama ou folhiço ao redor dos corpos d'água para suportarem períodos extremos (Campos *et al.* 2003b; Figura 4).

Possíveis causas de escassez de água

A instabilidade climática, causada por eventos como o aquecimento das águas do Pacífico e o bloqueio atmosférico, tem sido relacionado à variação global do regime de chuvas, e pode contribuir para a forte seca observada de 2019 a 2021 no Pantanal (Thielen *et al.* 2020).

Em escala regional, a falta de chuvas nos verões

de 2019-2021 pode ser causada pela redução do fluxo de ar quente e úmido da Amazônia para o Pantanal. Esse fenômeno, conhecido como “rios voadores”, carrega umidade da floresta amazônica e resulta em chuvas no Centro Oeste e Sudeste do Brasil (Pearce 2020). Recentemente, os “rios voadores” estão sendo substituídos por ventos secos, que aumentam as taxas de evapotranspiração (Marengo *et al.* 2021), contribuindo para secas. A presença de barragens nos rios que deságuam no Pantanal é outro fator que contribui para essa escassez de água. Atualmente, existem 144 projetos hidrelétricos instalados ou em construção (ANA 2018), que podem ter impactos cumulativos no pulso de inundação do Pantanal (Campos *et al.* 2000, Calheiros *et al.* 2012).

Ambientes inundáveis também estão sob ameaça de dragagem do rio Paraguai para fornecer

transporte de grãos e minério de ferro (Gottens *et al.* 1998, 2001). A mudança na profundidade e na estrutura do rio Paraguai reduzirá a área e o tempo de inundação no Pantanal (Junk & Cunha 2005), diminuindo a disponibilidade de habitats aquáticos.

A destruição das matas ciliares também ameaça o Pantanal, por deposição de sedimentos, acelerando o assoreamento dos rios do Pantanal (Calheiros *et al.* 2012). Adicionalmente, os incêndios florestais se intensificam a cada ano, atingindo áreas da planície que normalmente seriam alagadas. Em 2020, cerca de quatro milhões de hectares queimaram no Pantanal, matando aproximadamente 17 milhões de vertebrados, incluindo 85 mil jacarés (Tomas *et al.* 2021).

Cenários futuros

Muitos autores apresentam cenários preocupantes sobre os efeitos das mudanças

climáticas locais, como um aumento na temperatura do Pantanal entre 5 e 7 °C e uma diminuição de 30% na precipitação média para a BAP (Marengo *et al.* 2015, 2016). Tomas *et al.* (2019) enfatizaram a importância da construção de pontes entre as agendas ambiental e política para o Pantanal, dada a crescente pressão humana sobre os ambientes naturais.

O jacaré-do-pantanal não está listado como ameaçado de extinção (Campos *et al.* 2020b), e sobreviveu ao período de secas que prevaleceu de 1963-1973 (Figura 1). Entretanto, sua sobrevivência dependerá da manutenção de corpos d'água naturais durante os períodos de seca extrema (Campos & Mourão 2020). Até o momento, as intervenções governamentais têm sido pontuais e isoladas, sendo custosas e ineficazes, pois desviam recursos de ações para conservar espécies genuinamente ameaçadas e afetam apenas uma pequena fração dos jacarés, no Pantanal. Assim,



Figura 3. Concentração de jacarés-do-pantanal em uma lagoa no Pantanal sul durante seca extrema (novembro/2021). Foto Zilca Campos.

Figure 3. Adult caiman concentration during an extreme drought period (November 2021) in a water body from Southern Pantanal. Photo Zilca Campos.



Figura 4. Um jacaré-do-pantanal deixando o período de estivação na lama durante um período de seca extrema do Pantanal (novembro/2021) em uma lagoa no Pantanal sul. Foto Zilca Campos.

Figure 4. A caiman leaving the estivation period in mud during an extreme drought period (November 2021) in the Southern Pantanal. Photo Zilca Campos.

ações que visam indivíduos, e não a população como um todo, tendem a causar mais danos do que benefícios.

Recomendações

Para conservar o jacaré-do-pantanal precisamos conservar o Pantanal. O que define o Pantanal é o extravasamento sazonal das águas das calhas dos rios e corixos inundando os campos. Para manter esta dinâmica, precisamos manter a dinâmica dos dois aportes de água para a planície: (i) o pulso unimodal de inundação do Rio Paraguai e seus afluentes e (ii) os rios voadores oriundos do sul da Amazônia (Marengo *et al.* 2021). Assim, as recomendações mais importantes para a manutenção do jacaré-do-pantanal são: (1) a não implementação de infraestruturas que afetem o pulso anual de enchentes do Rio Paraguai e seus afluentes, sejam grandes ou pequenas barragens

ou alterações permanentes no curso d'água como derrocamentos e/ou retificação do curso, que visem “otimizar” a hidrovia natural já existente; (2) a criação de um Parque Nacional para conservar as nascentes do Rio Paraguai, (3) cessar o desmatamento no sul da Amazônia e iniciar a recuperação das áreas desmatadas, visando recompor os “rios voadores”, e evitar a disrupção do regime de chuvas no Pantanal. É pedir muito para salvar o jacaré-do-pantanal? Talvez, mas salvando-o, estaremos salvando o Pantanal como um todo e provavelmente contribuindo para a estabilidade climática de importantes áreas produtivas no sudeste brasileiro (IUCN/SSC 2013). Além destas, fazemos algumas recomendações pontuais: 1). Não interferir nas respostas comportamentais dos jacarés à escassez de água, como quando estão enterrados na lama ou folhagem ou agrupados em lagoas rasas ou

migrando em solo seco (Campos & Mourão 2020); 2). Evitar translocações de indivíduos devido ao risco de introdução e disseminação de patógenos e zoonoses. Em casos extremos, recomendamos a consulta a grupos de especialistas e o debate sobre a base científica da ação, que, se realizada, deve seguir as recomendações da IUCN (IUCN SSC 2013); 3). Aumentar o abastecimento de água em corpos d'água artificiais ou naturais pré-existentes (Oliveira *et al.* 2020), seja por meio de perfuração de poços semi-artesianos ou artesianos, ou escavação de poços com retroescavadeira. Essas medidas visam minimizar a mortalidade de jacarés, mas podem beneficiar toda a fauna terrestre e aquática do Pantanal em anos secos; 4). Não coletar ovos, filhotes, ou adultos para fins econômicos (criação em cativeiro) durante anos de seca severa no Pantanal, já que estas populações estão sob estresse hídrico e alimentar, com reduzido potencial reprodutivo e recrutamento populacional (Campos *et al.* 2015, Campos & Mourão 2021); e 5). Estabelecer um programa de monitoramento populacional e genético em larga escala do jacaré-do-pantanal e de outros vertebrados associados ao ambiente sazonal, de modo a permitir que ações de conservação sejam implementadas em tempo hábil, caso a redução das populações à níveis críticos seja detectada (Mourão *et al.* 1994, 2000, Campos *et al.* 2020c).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos proprietários das fazendas Campo Dora e Dom Valdir, além do apoio logístico da Embrapa Pantanal e dos funcionários Denis Tilcara, Luís Alberto Rondon, Henrique de Jesus e Messias de Moraes. Também agradecemos aos membros do Grupo Crocodylia Brasil: Luis Bassetti, Ronis da Silveira, Boris Marioni, Paulo Braga, Thiago Portelinha, Igor Roberto, e Luciano Verdade pelas contribuições sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ANA. 2018. Agência Nacional de Águas. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai. Relatório Final. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/RH-Paraguai/Plano.pdf>. (acessado em 10.12.2021).

- Calheiros, D. F., Oliveira, M. D. & Padovani, C. R. 2012. Hydro-ecological processes and anthropogenic impacts on the ecosystem services of the Pantanal wetland. In: A. A. R. Ioris (Ed.), Tropical wetland management: The South-American Pantanal and the international experience. pp 29-57. Farnham: Ashgate Publishing Ltd.
- Campos, M. M., Tritico, H. M., Giraldo, P., Zeilhofer, P., Hamilton, S. K. & Fantin_Cruz, I. 2000. Predicted impacts of proposed hydroelectric facilities on fish migration routes upstream from the Pantanal wetlands (Brazil) River Research and Applications, 36(3), 452-464. DOI:10.1002/rra.3588.
- Campos, Z., Coutinho, M. & Magnusson, W. E. 2003a. Terrestrial activity of Caiman in the Pantanal, Brazil. Copeia, 3, 628-634. DOI: 10.1643/CH-02-204R1
- Campos, Z., Coutinho, M. & Magnusson, W. E. 2003b. *Caiman crocodilus yacare* (Pantanal Caiman). Food-related movement. Herpetological Review, 34(2), 140-141.
- Campos, Z., Mourão, G., Coutinho, M., Magnusson, W. E. & Soriano, B. M. A. 2015. Spatial and temporal variation in reproduction of a generalist crocodylian, *Caiman crocodilus yacare*, in a seasonally flooded wetland. PLoS ONE, 10(6), e0129368. DOI: 10.1371/journal.pone.0129368
- Campos, Z. 2009. Caiman harvest after 18 years. Crocodile Specialist Group Newsletter, 28(3): 16-17.
- Campos, Z., Mourão, G. & Magnusson, W. E. 2020a. Drought drastically reduces suitable habitat for Yacare caiman. Newsletter Crocodile Specialist Group, 39(4), 14-16.
- Campos, Z., Llobet, A., Magnusson, W. E. & Piña, C. 2020b. *Caiman yacare*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T46586A3009881. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T46586A3009881.en
- Campos, Z., Mourão, G. & Muniz, F. 2020c. Uso de drone no levantamento de ninhos de jacaré-do-pantanal. Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 141. p. 13.
- Campos, Z. & Mourão, G. 2020. Como o jacaré-do-pantanal, *Caiman yacare*, resiste a períodos secos na região central do Pantanal. Embrapa Pantanal-Documents 165. p. 17.

- Campos, Z. & Mourão, G. 2021. Canibalismo em *Caiman yacare* no Pantanal, Brasil. Embrapa Pantanal - Comunicado Técnico 119, p. 6.
- Coutinho, M. & Campos, Z. 1996. Effect of habitat and seasonality on the densities of caiman in southern Pantanal, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 12(5), 741-747. DOI: 10.1017/S0266467400009950
- Gottgens, J. F., Fortney, R. H., Meyer, J., Perry, J. E. & Rood, B. E. 1998. The case of the Paraguay-Paraná waterway (“Hidrovia”) and its impact on the Pantanal of Brazil: a summary report to the Society of Wetlands Scientists. *Wetlands Bulletin*, 1998, 12-18.
- Gottgens, J. F., Perry, J. E., Fortney, R. H., Meyer, J. E., Benedict, M. & Rood, B. E. 2001. The Paraguay-Paraná Hidrovia: Protecting the Pantanal with lessons from the past. *BioScience*, 51(4), 301-308. DOI: <https://doi.org/dntwrp>
- IUCN/SSC 2013. Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, VIII, pp. 57. Gland, Switzerland. Available at <www.iucnsscrsg.org>.
- Junk, W.J. & Da Silva, C. J. 2000. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. pp. 17-28. Corumbá: Embrapa.
- Junk, W. J. & Cunha, C. N. 2005. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. *Ecological Engineering*, 24(4), 391-401. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2004.11.012
- Marengo, J. A., Oliveira, G. S. & Alves, L. M. 2015. Climate change scenarios in the Pantanal. In: I. Bergier & M. Assine (Eds.), *Dynamics of the Pantanal wetland in South America. The handbook of environmental chemistry*. pp. 227–238. Switzerland: Springer. DOI: 10.1007/698_2015_357.
- 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. DOI: 10.3354/cr01324
- Marengo, J. A., Cunha, A. P., Cuartas, L. A., Leal, K. R. D., Broedel, E., Seluchi, M. E., Michelin, C. M., Baião, F. P., Ângulo, E. C., Almeida, E. K., Kazmierzak, M. L., Mateus, N. P. A., Silva, R. C. & Bender, F. 2021. Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, 3,13. DOI: 10.3389/frwa.2021.639204
- Mourão, G. M., Bayliss, P., Coutinho, M. E., Abercrombie, C. L. & Arruda, A. 1994. Test of an aerial survey for caiman and other wildlife in the Pantanal, Brazil. *Wildlife Society Bulletin*, 50-56.
- Mourão, G., Campos, Z., Coutinho, M. & Abercrombie, C. 1996. Size structure of illegally harvested and surviving caiman *Caiman crocodilus yacare* in Pantanal, Brazil. *Biological Conservation*, 75(3), 61-265.
- Mourão, G., Coutinho, M., Mauro, R., Campos, Z., Tomás, W. & Magnusson, W. E. 2000. Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal Wetland of Brazil. *Biological Conservation*, 92(2), 175-183.
- Oliveira, M. D., Santos, S., Nogueira, M., Palhares, J., Comastri Filho, J. A., Nogueira, E., Sales, R. S., Campos, Z. & Tomas, W. 2020. Captação e armazenamento de água para consumo animal durante a estação de seca na Planície Pantaneira. Embrapa Pantanal-Documents (INFOTECA-E). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129229/1/DOC167Captacao-e-armazenamento-de-agua2020.pdf> (acessado em 09.12.2021).
- Pearce, F. 2020. Weather makers: forests supply the world with rain. A controversial Russian theory claims they also make wind. *Science*, 368 (6497), 1302-1305. DOI: 10.1126/science.368.6497.1302
- Roberto, I. J., Bittencourt, P. S., Muniz, F. L., Hernández-Rangel, S. M., Nóbrega, Y. C., Ávila, R. W., Souza, B. C., Alvarez, G., Miranda-Chumacero, G., Campos, Z., Farias, I. P. & Hrbek, T. 2020. Unexpected but unsurprising lineage diversity within the most widespread Neotropical crocodylian genus *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Systematics and Biodiversity*, 18(4), 377-395. DOI: 10.1080/14772000.2020.1769222
- Tomas, W. M., Roque, F. De O., Morato, R. G., Médici, P. E., ... et al. 2019. Sustainability agenda for the Pantanal Wetland: perspectives on a collaborative interface for science, policy, and decision-making. *Tropical Conservation Science* 12, 1940082919872634. DOI: 10.1177/1940082919872634
- Tomas, W. M., Berlinck, C. N., Chiaravalloti, R.

M., Faggioni, G. P., ... et al. 2021. Counting the Dead: 17 Million Vertebrates Directly Killed by the 2020's Wildfires in the Pantanal Wetland, Brazil. Scientific Reports, DOI: 10.21203/rs.3.rs-859794/v1

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. DOI: 10.1371/journal.pone.0227437

Submitted: 13 December 2021

Accepted: 09 May 2022

Published online: 26 July 2022

Associate Editor: Murilo Guimarães