

Pesquisa

FAPESP ▲

NOVEMBRO DE 2020 | ANO 21, N. 297

FOGO E SECA NO PANTANAL

Incêndios em número recorde consomem um quarto da maior planície alagada do planeta e agravam efeitos de estiagem prolongada

Covid-19: a resposta de alguns países; vacinas avançam, apesar de percalços; o enigma das reinfecções; a transmissão pelas crianças

Insegurança alimentar desafia Brasil, um dos maiores produtores agropecuários do mundo

Nova fórmula calcula como investimento feito em inovação se multiplica

Ondas gravitacionais revelam novos tamanhos de buracos negros

Pesquisadores buscam se adaptar à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

3 FOTOLAB

6 COMENTÁRIOS

7 CARTA DA EDITORA

8 BOAS PRÁTICAS

Projeto europeu reúne iniciativas para aprimorar integridade científica

11 DADOS

Geração de energia elétrica quase dobra de valor desde 2001

12 NOTAS

17 NOTAS DA PANDEMIA

COVID-19

18 As diferentes estratégias dos países no combate ao coronavírus

23 Testes de vacinas avançam, apesar de interrupções pontuais por razões de segurança

26 Reinfecções são novo desafio para cientistas, autoridades e população

28 Estudos sugerem que crianças e adolescentes não são mais importantes que adultos na disseminação do Sars-CoV-2

CAPA

30 Incêndios e maior seca em meio século assolam um quarto do Pantanal

36 Água e fogo influenciam a distribuição e a diversidade de plantas no bioma

ENTREVISTA

40 O epidemiologista Naomar de Almeida Filho diz que a pandemia não pode ser descrita só pela infecção que provoca

LEGISLAÇÃO

46 Pesquisadores buscam se adaptar à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

DESENVOLVIMENTO

51 Economistas propõem fórmula para calcular retorno dos gastos com inovação

AVALIAÇÃO

54 Análise de três programas da FAPESP aponta resultados positivos

INDICADORES

59 Metodologia mostra quem financia e quem faz P&D no estado de São Paulo

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pilli

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria Poveda Velasco, João Fernando Gomes de Oliveira, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Vanderlan da Silva Bolzani

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

DIRETOR-PRESIDENTE
Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO
Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO
Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa

FAPESP

ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL

Caio Túlio Costa, Eugênio Bucci, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Hermínia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Maurício Tuffani e Mônica Teixeira

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Catarina Segreti Porto, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Claudio Santos Pinhanez, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postalai Parra, Leticia Veras Costa Lotufo, Lucio Angnes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Marta Teresa da Silva Arretche, Paula Montero, Richard Charles Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Rui Monteiro de Barros Maciel, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO
Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO
Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE
Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Política & T.*), Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*), Maria Guimarães (*Site*), Yuri Vasconcelos (*Editor-assistente*)

REPÓRTERES Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade

REDATORES Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveira do Prado (*Mídias Sociais*)

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Chereim Rodrigues e Maria Cecília Felli (*Designers*), Alexandre Afonso (*Editor de infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*)

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves

BANCO DE IMAGENS Valter Rodrigues

RÁDIO Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)

REVISTA Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Diego Viana, Domingos Zaporolli, Eduardo Geraque, Frances Jones, Joana Vellozo, Luiz Costa Lima, Patricia Mescolotti, Renato Pedrosa, Roger Marzochi, Sidnei Santos de Oliveira

REVISÃO TÉCNICA Adriana Valio, Américo Craveiro, Celio Haddad, Eduardo Zancul, José Roberto Parra, Luciana Hashiba, Paulo Artaxo, Rafael Oliveira, Ricardo Hirata, Walter Colli

É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO

TIRAGEM 29.750 exemplares
IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica
DISTRIBUIÇÃO DINAP

GESTÃO ADMINISTRATIVA FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PESQUISA FAPESP Rua Joaquim Antunes, nº 727, 10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP

FAPESP Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901, Alto da Lapa, São Paulo-SP

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DA EDITORA

A vez do Pantanal

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

O corpo do rio prateia
quando a lua se abre
Passarinhos do mato gostam
De mim e de goiaba
[...]

Era o menino e os bichinhos
Era o menino e o Sol
O menino e o rio
Era o menino e as árvores

Cresci brincando no chão
Entre formigas
Meu quintal é maior
Do que o mundo
[...]

MANOEL DE BARROS,
“O menino e o rio”

O Pantanal, imortalizado nos versos de Manoel de Barros, é um dos biomas mais preservados do país, mantendo, até 2019, 84% de sua vegetação nativa. É definido pelo regime de chuvas e cheias dos rios, que mantém boa parte das terras inundadas por meses, e de secas, em que incêndios pontuais ocorrem esporadicamente. Nada, entretanto, parecido com as queimadas que devastaram 27% da área do ecossistema entre janeiro e outubro deste ano. As imagens da mata em chamas, com animais carbonizados ou feridos, fugindo do fogo, mais uma vez correram o mundo, um ano após incêndios também muito acima das médias históricas na Amazônia. À busca de uma visão abrangente do seu ecossistema e de

pesquisas sendo conduzidas naquele bioma, os editores Marcos Pivetta e Ricardo Zorzetto fizeram um mergulho no tema para as duas reportagens que compõem a capa desta edição (*página 30*).

Celso Furtado, paraibano de Pombal, é o economista brasileiro mais conhecido internacionalmente. Nascido há 100 anos, ele propôs ou participou do desenvolvimento de algumas das principais ideias associadas à industrialização e ao desenvolvimento econômico brasileiro e latino-americano. Autor de livros importantes, traduzidos não apenas para espanhol, francês e inglês, mas também japonês, mandarim e persa, professor em consagradas universidades da Europa e dos Estados Unidos, Furtado foi também um homem de ação, ajudando a criar instituições como a Cepal (Comissão Econômica para a América Latina), a Sudene (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) e, após o fim da ditadura militar (1964-85), as leis de incentivo à Cultura (*página 90*).

No Brasil, os casos de infecção pelo novo coronavírus e o número de mortes dela decorrentes estão em clara trajetória descendente. Enquanto isso, a Europa sofre com a segunda onda. As diferenças entre os países quanto ao enfrentamento da pandemia são tratadas em reportagem à página 18. Outros textos desta edição abordam a interrupção temporária de testes de vacinas e tratamentos contra a Covid-19 (*página 23*), os casos de reinfeção pelo Sars-CoV-2 (*página 26*) e os riscos de crianças transmitirem a doença (*página 28*).

CAPA



O PANTANAL PEDE ÁGUA



Jacarés e aves sentem os efeitos das queimadas e da seca nas proximidades da rodovia Transpantaneira, em Mato Grosso, em setembro de 2020

A maior seca em meio século e uma temporada de incêndios sem precedentes ameaçam a maior planície inundável do planeta

Marcos Pivetta

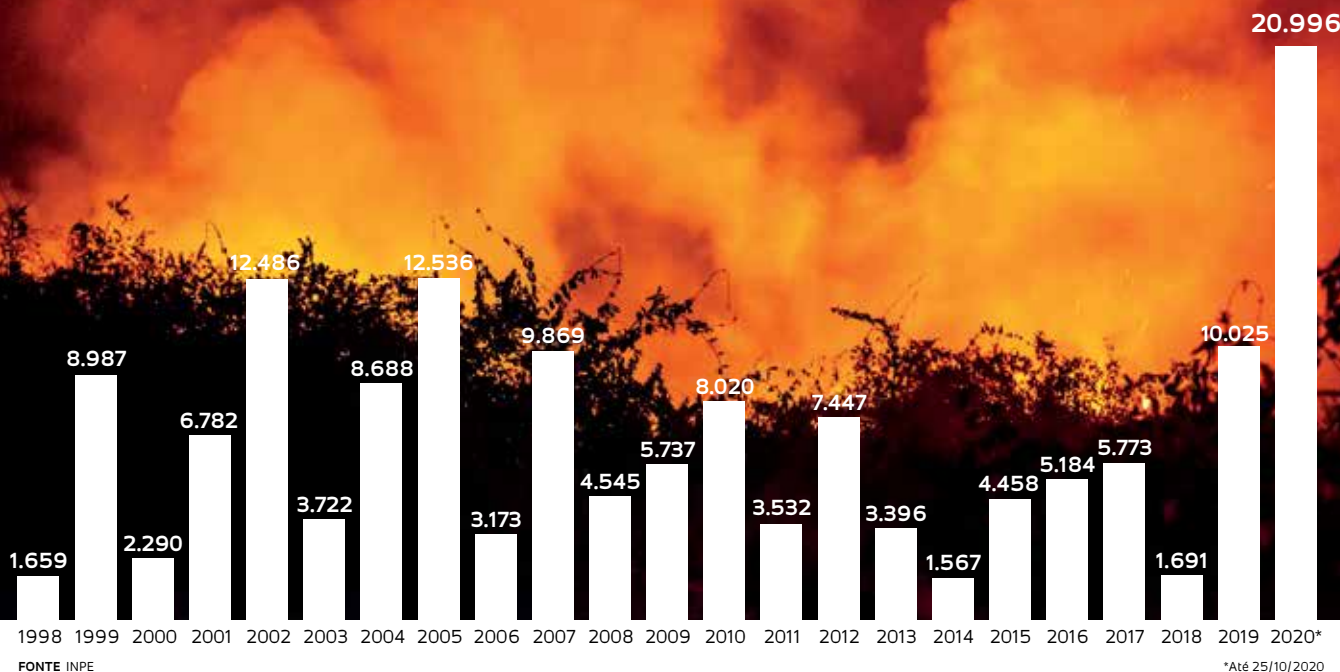
Em 18 de outubro passado, a régua da Marinha que há 120 anos mede a altura do rio Paraguai no município sul-mato-grossense de Ladário, vizinho a Corumbá, marcou -33 centímetros (cm) em relação ao zero. Foi o menor registro desde setembro de 1971, quando atingiu -51 cm, e entre os seis piores da história da escala, a mais antiga das seis instaladas ao longo da bacia do Paraguai, cujas cheias e secas ditam o pulso periódico de inundação que faz o Pantanal ser a maior província alagada do planeta. O recorde negativo foi em 1964, quando a régua de Ladário apontou -61 cm. Em 18 de outubro de 2019, um ano não chuvoso, a marca da escala estava em 1,76 m acima do zero, 2 metros mais alta.

Entre novembro e meados de março deste ano, período que costuma concentrar o grosso das chuvas anuais sobre a região, a pluviosidade sobre a bacia foi de apenas 350 mm, pouco mais de 40% da média histórica, segundo levantamento da Embrapa Pantanal. “Neste ano, temos o menor nível de inundação do Pantanal em meio século”, comenta o biólogo José Sabino, especialista em peixes da Universidade Anhanguera-Uniderp, de Campo Grande. O zero da régua de Ladário indica que o rio Paraguai apresenta, naquele trecho, apenas 4 metros de profundidade. Além de inviabilizar a navegação na hidrovia, com prejuízos para o escoamento da produção de soja e minério do Centro-Oeste, níveis tão baixos atestam a gravidade da escassez hídrica.

A grande seca é o pano de fundo da escalada atual de queimadas que assola o Pantanal, o menor dos seis biomas terrestres brasileiros. No Brasil, o Pantanal se estende por 150 mil quilômetros quadrados (km²) dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, área equivalente a 1,8% do território nacional. Uma pequena parte do bioma, algo como 30 mil km², encontra-se em áreas adjacentes do Paraguai e da Bolívia, coladas à fronteira brasileira. A intensidade do fogo em 2020 não tem registro histórico recente e contribui para sufocar ainda mais o pulso das águas no bioma, causando destruição em sua flora e fauna. Cenas de grandes labaredas consumindo a vegetação — um misto de florestas, cerrados e

Escalada recorde dos incêndios

Número de focos de calor contabilizados até 25 de outubro de 2020 é maior que os registros dos anos inteiros da série histórica do Inpe



Diferentemente do que ocorre na Amazônia, um bioma muito úmido onde os incêndios naturais são considerados inexistentes, raios podem iniciar focos de fogo no Pantanal, mas apenas em condições muito específicas. A combustão da vegetação sem intervenção humana ocorre somente na transição entre a estação seca e a úmida e vice-versa, quando há produção de raios. No entanto, esses incêndios causados por descargas elétricas costumam ser extremamente raros. “A estação chuvosa de 2019 tinha sido fraca no Pantanal. A de 2020 também foi menor do que o normal. Essa estiagem prolongada, somada ao ar seco e quente, favorece a ocorrência de queimadas de maior extensão”, explica o climatologista José Marengo, chefe do setor de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). Em 2020, dois terços dos quase 21 mil focos de queimadas se concentraram em agosto e setembro, bem no auge da estação seca, segundo dados do Inpe.

Essa situação reforça a ideia de que a maior parte dos incêndios do Pantanal tenha se iniciado por ação humana. Usar o fogo para queimar excesso de vegetação e regenerar o solo para a agricultura é uma prática antiga, usada em várias partes do mundo. Além de eventuais benefícios para o plantio, esses incêndios, se pequenos e controlados, diminuem a quantidade de biomassa que poderia ser usada para provocar grandes queimadas. No Pantanal, não é diferente. Embora polêmico, o procedimento, quando feito dentro da lei e com critérios técnicos, não tem potencial de gerar incêndios na quantidade e na extensão verificadas neste ano.

É possível que, em um ano muito seco como 2020, alguns fogos intencionais que seriam facilmente administráveis tenham saído de controle por uma combinação de fatores, como inexperiência de seus propagadores ou excesso de biomassa (vegetação) disponível no solo. Resta também a hipótese de fogo proposital, incêndios criminosos com o objetivo de abrir novas áreas de pastagem para gado, a grande atividade econômica do Pantanal, e de agricultura. “Não se pode descartar o dolo como causa de muitos incêndios”, comenta Sabino. “Vemos que muitas queimadas se iniciam fora de áreas protegidas e avançam pelo interior das unidades de conservação.” Embora um decreto federal de 15 de julho tenha proibido as queimadas em propriedades rurais de todo o país por 120 dias, e os governos dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul também tenham adotado medidas semelhantes, o Pantanal continuou ardendo.

Diferentemente da Amazônia, onde há grandes extensões de florestas públicas, mais de 90% da área do Pantanal é propriedade privada. “É possível saber quem são os donos das terras em que as queimadas ocorrem e responsabilizá-los na forma da lei”, diz Libonati. A atuação de órgãos federais

da área do meio ambiente também tem sido tímida e descoordenada na prevenção e no combate aos incêndios. No dia 21 de outubro, o Ministério do Meio Ambiente, por exemplo, determinou que os brigadistas do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) parassem em todo o país seus esforços para conter as chamas e voltassem a suas bases. Comunicado do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) justificou a medida alegando falta de recursos. Dois dias mais tarde, em 23 de outubro, segundo o site Poder360, o Ibama recebeu mais verba e ordenou a volta dos brigadistas ao trabalho de campo.

A dinâmica que faz do Pantanal um bioma praticamente único deriva de suas condições naturais muito particulares. Trata-se de uma extensão de terra extremamente plana, uma planície, com altitudes que raramente ultrapassam os 200 metros. Sua parte norte, no entanto, é ligeiramente mais elevada do que a sul. A cada quilômetro que se percorre no sentido meridional a altitude do terreno diminui, em média, poucos centímetros. Essa diferença cria uma suave inclinação e faz com que toda a água que entra na bacia do Paraguai flua na direção Cáceres-Corumbá-Porto Murtinho. O leito do rio Paraguai

Guaxinim morto pelas chamas; bombeiro combate foco de incêndio



2



3

e seus afluentes é o caminho natural para onde a água das chuvas se encaminha. Para o ciclo de cheias e secas, é importante chover não apenas localmente, mas também nas nascentes dos rios, localizadas nos planaltos do entorno, que fluem para áreas mais baixas da planície. “Pode demorar até seis meses para as águas mais ao norte da bacia chegarem ao sul do Pantanal”, diz o geólogo Mario Assine, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro, que há 25 anos estuda a geomorfologia da região.

A descida das águas fluviais é tão lenta porque o rio Paraguai, cuja extensão total chega a 2.700 km, apresenta em território nacional dois grandes gargalos: um ao norte, quando o rio encontra a serra do Amolar; outro, cerca de 500 km ao sul, em Urucum. Os estreitamentos de margem fazem as águas do rio transbordar em vários pontos da planície e criam a paisagem sazonalmente inundada, pontuada pela cheia de várzeas e presença de lagos e áreas alagadas. Por meio de imagens de satélites de 2006, Assine e colaboradores acompanharam o caminhar das cheias e secas durante um ano típico no bioma, conforme mostraram no livro *Dynamics of the Pantanal wetland in South America*, editado em 2016.



Vista aérea da fumaça produzida pelos incêndios em 14 de setembro no Pantanal (*acima*) e trecho em que o rio Paraguai passa ao lado da serra do Amolar, na divisa de Mato Grosso com Mato Grosso do Sul

De acordo com o estudo descrito no livro, em janeiro de 2006 apenas um trecho modesto do noroeste do bioma e sua parte central, em torno do rio Taquari, estavam inundados. De março até maio, a cheia se intensificou nessas áreas e penetrou até em trechos do centro-leste do Pantanal, zona menos suscetível às cheias. Em junho e julho, no auge da estação mais seca, praticamente toda a porção ocidental do bioma, de norte a sul, estava sob as águas – um reflexo das chuvas que tinham caído em sua porção setentrional no início do ano. Entre agosto e novembro, o oeste começou a secar, mas setores da região central, em torno do Taquari, permaneceram alagados, ainda que de forma menos expressiva. “A existência dessa dinâmica de inundação é essencial para a manutenção do Pantanal”, diz Assine. “Se ela se alterar, a planície se descaracteriza.”

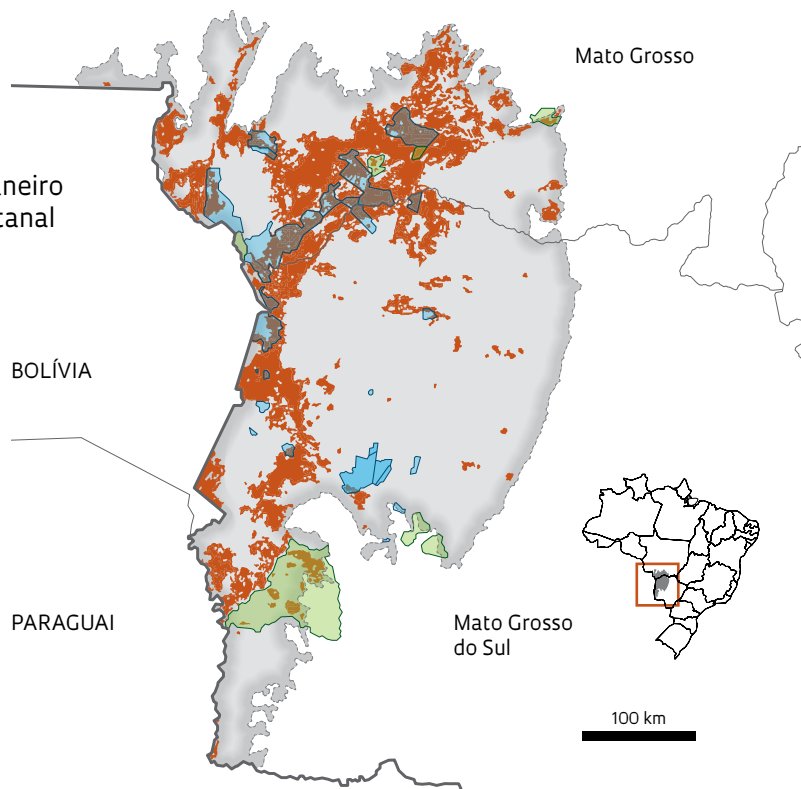
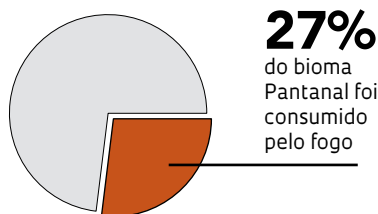
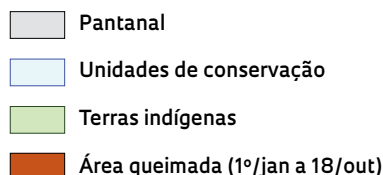
Estudos feitos antes da seca deste ano e da escalada das queimadas indicam que o ciclo de inundações pode estar perdendo força. Artigo publicado em setembro deste ano na revista científica *Acta Limnológica Brasiliensia* calculou uma redução de 16% na extensão da área alagada no norte do Pantanal no mês de agosto, que marca o pico de estação seca, em um período de 10 anos. Em 2008, a área sob as águas chegava a 1.125 km², segundo imagens de satélites. Em 2018, era de 950 km². “Isso ocorreu porque houve uma diminuição no número de dias com chuva nessa área”, comenta o ecólogo aquático Ernandes Sobreira Oliveira-Júnior, da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), de Cáceres, principal autor do estudo. No trabalho, Oliveira-Júnior e seus colegas analisaram uma série histórica da pluviosidade média mensal de 42 anos, entre 1971 e 2013. “Hoje o norte do Pantanal tem 13% mais dias sem chuva do que ocorria há 50 anos”, compara o pesquisador da Unemat.

As previsões sobre o clima futuro no Pantanal são de natureza incerta. “A maior parte dos modelos climáticos aponta para um aumento de tempe-



Área queimada corta bioma de norte a sul

Levantamento do Lasa/UFRJ indica que, entre 1º de janeiro e 18 de outubro deste ano, mais de um quarto do Pantanal brasileiro tinha sido afetado por incêndios



ratura nas próximas décadas”, explica Marengo. “Ainda que não haja um consenso sobre qual seria a tendência das chuvas, a maioria das previsões indica um clima mais seco nesse bioma.” Por ter a Amazônia ao norte, fonte de umidade para todo o país com seus “rios voadores” (ver Pesquisa FAPESP nº 158), os níveis de pluviosidade do bioma são em parte influenciados pelo que ocorre na grande floresta tropical. Se cair menos água na Amazônia, provavelmente o Pantanal receberá menos umidade. Da mesma forma, se chover menos nas nascentes dos rios da bacia do Paraguai, que se situam em áreas próximas de Cerrado, a grande planície inundável se encolhe.

Um artigo publicado no periódico *PLOS ONE* em janeiro deste ano, antes do início das queimadas mais expressivas de 2020, sugere que o Pantanal pode ser alvo no futuro próximo de uma das manifestações mais típicas das chamadas mudanças climáticas: o aumento dos eventos extremos. Nessa categoria de oscilações exacerbadas do clima, são incluídos tanto períodos intensos e prolongados de chuvas como de secas. No caso do Pantanal, haveria especialmente, segundo o trabalho, uma tendência de ocorrer reiteradas estiagens pronunciadas. “Essas secas seriam ocasionadas fundamentalmente pelo aquecimento das águas superficiais dos oceanos Atlântico e Pacífico no hemisfério Norte”, disse a Pesquisa FAPESP o biólogo alemão Karl-Ludwig Schuchmann, do Museu de Pesquisa Zoológica

A. Koenig, em Bonn, e da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), principal autor do *paper*. “Se o regime de chuvas entrar em colapso, o Pantanal, como conhecemos hoje, acaba.”

Depois da segunda quinzena de outubro, como era esperado, as chuvas começaram a voltar ao Pantanal. Ainda não se sabe qual pode ser sua extensão. Elas devem contribuir para diminuir as queimadas, mas também causar um problema típico das temporadas pós-fogo: carregar as cinzas dos grandes incêndios e biomassa oxidada para os rios e lagoas e provocar a morte por sufocamento de peixes e seres aquáticos. Esse fenômeno anual e natural, conhecido como decoada, reduz a quantidade de oxigênio disponível na água e aumenta a de dióxido de carbono. “É possível que ocorra uma decoada mais intensa do que o normal”, diz Sabino, que estuda os peixes do Pantanal. “Se, após os incêndios recordes, a matéria queimada não se infiltrar no solo, é provável que ocorra uma decoada sem precedentes.” ■

Projeto

Mudanças paleo-hidrológicas, cronologia de eventos e dinâmica sedimentar no quaternário da bacia do Pantanal (nº 14/06889-2); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável Mario Luiz Assine (Unesp); Investimento R\$ 253.715,39.

Artigos científicos

LÁZARO, W. L. *et al.* Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: An overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnológica Brasiliensia*. 18 set. 2020.

THIELEN, D. *et al.* Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. *PLOS ONE*. 7 jan. 2020.

