



WWF

2018

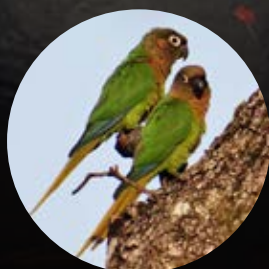
BR

REVISTA
CIÊNCIA

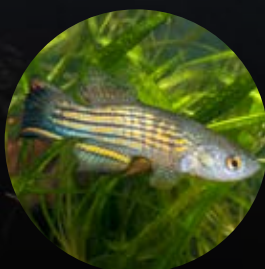
Pantanal

Vol.04 / nº 01 / 2018 / ISSN 2357-9056

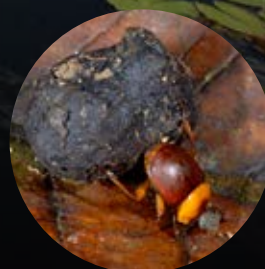
TESOUROS ESCONDIDOS



*Parte da
riqueza de
espécies
pantaneiras
vem de fora
pg 42*



*Os peixes
anuais e suas
adaptações
extremas
pg 24*



*Rola-bostas
prestam
serviços
essenciais aos
ecossistemas
pg 32*



PARCERIAS EM FAVOR DA VIDA

Fluxos e dinâmicas biológicas comandam o cotidiano pantaneiro. A paisagem não é só um espaço estático no qual transitam pessoas, fauna e flora, mas um cenário ativo em permanente transformação, determinante para o modo de vida de todas as comunidades da região. As cheias (ou a falta delas) governam a pesca, o turismo, a agricultura, a pecuária, a vida e a morte. Os diferentes habitats influenciam a composição das diversas populações de mamíferos, anfíbios, répteis, peixes, aves, árvores e ervas. Algumas espécies vieram de outras eco-regiões e se adaptaram. Outras são espécies dali mesmo, sobrevivendo há milênios graças a sistemas impressionantes de adaptação.

Essa interação tão especial permeia os temas abordados na quarta edição da revista *Ciência Pantanal*, que

o **WWF-Brasil** teve a honra de produzir após o alinhamento, em 2017, que promoveu a migração de algumas ações da **Wildlife Conservation Society – WCS Brasil** para a nossa equipe. Nesta edição, tratamos juntos das conexões entre o relevo e as águas, entre meio físico e biodiversidade, entre paisagem, fauna, flora e pessoas. Destacamos a importância do conhecimento para entender os possíveis impactos locais, regionais ou globais promovidos pelo homem.

Chegamos ao nosso maior desafio enquanto sociedade justamente por causa desses impactos: toda a vida no planeta será prejudicada se não revertermos as emissões crescentes de gases do efeito estufa e a perda de espécies e ecossistemas naturais. Assim como as dinâmicas interdependentes do Pantanal, as mudanças urgentes que precisamos promover para mudar essa história só poderão ser atingidas se agirmos coletivamente.

O WWF-Brasil é uma organiza-



ção não-governamental brasileira e sem fins lucrativos que trabalha para mudar a atual trajetória de degradação ambiental e promover um futuro onde sociedade e natureza vivam em harmonia. Criada em 1996, atua em todo Brasil e integra a Rede WWF (Fundo Mundial para a Natureza), presente em mais de 100 países. Atuamos articulando atores de diversos setores, como governos, empresas, sociedade civil e comunidades. Nessa direção, o WWF-Brasil mantém ações tri nacionais – entre Brasil, Bolívia e Paraguai – no Cerrado e no Pantanal.

Atualmente, a agenda socioambiental no Brasil passa por um período de ameaças de retrocesso, dadas as dificuldades políticas e econômicas. Mas visualizamos oportunidades para a construção coletiva de uma nova visão de desenvolvimento, baseada numa transição justa para uma economia de baixo carbono – mais eficiente, com mais conhecimento e uso de tecnologias sustentáveis, promovendo a inclusão e a participação social com maior transparência.

Não é um caminho fácil. Os desafios são imensos e demandam ações e soluções urgentes de todos, juntos. Acreditamos na parceria em favor da vida e agradecemos, em especial, todo o apoio e a confiança da equipe técnica

da WCS Brasil em nossa jornada.

Agradecemos, ainda, os autores desta edição, por compor uma revista repleta de conteúdos ricos e interessantes sobre a biodiversidade e os ambientes pantaneiros. A ciência é a base na qual devemos ancorar a promoção de capacidade técnica e profissional para o uso de novas ferramentas e práticas responsáveis. Esperamos que, ao conhecer os estudos e ações aqui apresentados, possamos contribuir no fortalecimento de uma visão de desenvolvimento mais sustentável para o Pantanal e para o Brasil.

Boa leitura!

MAURICIO VOIVODIC
Diretor-Executivo
WWF-Brasil



EXPEDIENTE

CONSELHO EDITORIAL

Júlio César Sampaio
Diretor do Programa Cerrado
Pantanal do WWF-Brasil
Julia Boock
Gerente da revista Ciência Pantanal
Alexine Keuroghlian
Fundadora e Coordenadora Geral
da revista Ciência Pantanal
Donald P. Eaton
Coordenador Científico da revista
Ciência Pantanal
Leonardo Duarte Avelino
Assessor Jurídico da revista
Ciência Pantanal
Liana John
Editora Executiva da revista
Ciência Pantanal

CONSELHO TÉCNICO

Fabio de Oliveira Roque – UFMS
Andrea Cardoso Araujo – UFMS
Cyntia Cavalcante Santos – UFMS
Donald P. Eaton – WWF
Daniela Venturato Giori – Planurb
Walfrido M. Tomas – Embrapa Pantanal
Alexine Keuroghlian – Projeto Queixada

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Alexine Keuroghlian
Julia Boock

EDITORA EXECUTIVA

Liana John
(Jornalista responsável MTb 12.092)

FOTOS DE CAPA

Simone Mamede (paisagem), Rudi R. Laps
(tiribas-fogo), Paulo R. de Souza (peixe anual),
Trond Larsen (besouro)

DESIGN E PRODUÇÃO GRÁFICA

Matheus Fortunato

SUGESTÕES,

CONTRIBUIÇÕES E DÚVIDAS

Renata Andrada Peña
renatapena@wwf.org.br

ENDEREÇO E TELEFONES

PARA CONTATO

WWF-Brasil – Programa Cerrado Pantanal
Rua Padre João Cripa, 766
Campo Grande, MS – CEP: 79002-380
Tels: (67) 3025 1112 e 3042 3386

TIRAGEM

1.300 exemplares

SUMÁRIO

- 08 ALIANÇA
PELAS ÁGUAS**
Pacto em defesa das cabeceiras dos rios



- 12 ANATOMIA FUNCIONAL DA PAISAGEM**
A diversidade física do Pantanal e
as inundações



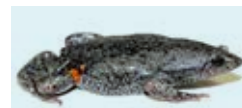
- 20 PEQUENOS, ÚNICOS E
DESPROTEGIDOS**
Peixes endêmicos da Bacia do Alto Paraguai



- 24 A VIDA ESCONDIDA
EM POÇAS**
A adaptação extrema dos peixes anuais



- 28 DO SUBSOLO PARA OS
HOLOFOTES DA CIÊNCIA**
Nova espécie de rã oval e fossorial



- 32 ALIADOS (QUASE) INVISÍVEIS**
Besouros contribuem para a reciclagem
de nutrientes

- 36 JÁ VIU ALGUM TATU-DE-RABO-MOLE?**
Ecologia e comportamento de uma
espécie bem discreta



- 42 A RIQUEZA VEM DE FORA**
Animais e plantas oriundos de
outras eco-regiões



- 50 COOPERAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**
Troca de informações viabiliza
pesca comunitária



- 54 DE OLHO NAS MUDANÇAS**
Biodiversidade, uso do solo e clima
em estudo de longo prazo



- 62 CUIDADO,
LÁ VEM TEMPORAL!**
Como e onde se proteger de raios





Foto: Trond Larsen



AUTORES

Aguinaldo Silva – Geografia – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS/Pantanal) – aguinald_silva@yahoo.com.br

Alan Fredy Eriksson – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – afriksson@hotmail.com

Alêny Lopes Franciso – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – aleny057lopes@hotmail.com

Alessandher Piva – Medicina Veterinária – Universidade da Sociedade Educacional de Santa Catarina (UniSociesc) – alessandherpiva@gmail.com

Alessandro Pacheco Nunes – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – tiriba.ms@gmail.com

Ana Lino – Biologia – Universidade de Aveiro (UA/Portugal) – ana.lino@ua.pt

Andréa C. Araujo – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – andrea.araujo@ufms.br

Arnaud Leonard Jean Desbiez – Projeto Tatu-Canastra – The Royal Zoological Society of Scotland (RZSS/Escócia), Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS) e Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) – adesbiez@hotmail.com

Bo Dalsgaard – Macroecologia, Evolução e Clima – Universidade de Copenhague (KU/Dinamarca) – bo.dalsgaard@snm.ku.dk

Breno Ferreira de Melo – Programa Cerrado Pantanal – WWF-Brasil – brenomelo@wwf.org.br

Bruno Mateus Ribeiro Dias – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – brunomateusagronomia@gmail.com

Bruno Téllez Martínez – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – btellezmartinez@gmail.com

Camila S. Souza – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – souza.camila.bio@gmail.com

Carmen Sofia Lourenço Lemos Dionísio – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Universidade de Aveiro (UA/Portugal) – carmendionisio@ua.pt

Carolina F. Santos – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – santoscaro@gmail.com

Cibele Stramare Ribeiro-Costa – Entomologia – Universidade Federal do Paraná (UFPR) – stra@ufpr.br

Claudence Faxina – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – claufaxina@gmail.com

Cyntia Cavalcante Santos – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – cyntiacavalcantesantos@gmail.com

Daniel W. Carstensen – Macroecologia, Evolução e Clima – Universidade de Copenhague (KU/Dinamarca) – daniel.carstensen@gmail.com

Danilo B. Ribeiro – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – biodbr@gmail.com

Danilo Klyber – Projeto Tatu-Canastra – Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS) e Naples Zoo and Caribbean Gardens – dklyber@live.com

Diego José Santana Silva – Zoologia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – santanadiegojose@yahoo.com

Elaine Cristina Corrêa – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – elainecorreia@yahoo.com.br

Erich Fischer – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – erich.fischer@ufms.br

Fabiano do Nascimento Pupim – Ciências Ambientais – Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) – fabianopupim@gmail.com

Fabio de Oliveira Roque – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – roque.eco@gmail.com

Fábio Padilha Bolzan – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – fabiobolzan@gmail.com

Fernando R. Carvalho – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – carvalhofr@gmail.com

Francisco Severo Neto – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e Rufford Foundation (proposta 22546-1 “*Forgotten pools: Revealing the anual fishes (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from Brazilian Chaco*”) – netosevero@hotmail.com

Francisco Valente-Neto – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – fvalenteneto@gmail.com

Franco Leandro de Souza – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – carriama007@gmail.com

Gabriel Favero Massocato – Projeto Tatu-Canastra – Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e Houston Zoo – gabriel_massocato@hotmail.com

Gustavo Gracioli – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – ggracioli@yahoo.com.br

Hudson de Azevedo Macedo – Geociências e Meio Ambiente – Universidade Estadual de Maringá (UEM) – hud_azevedo@hotmail.com

Isabel Melo Vasquez – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – imelov@gmail.com

Ivan Bergier Tavares de Lima – Ciências e Mudanças Climáticas – Embrapa Pantanal – ivan.bergier@embrapa.br

José Cândido Stevaux – Geociências e Meio Ambiente – Universidade Estadual Paulista (Unesp/Rio Claro) e Universidade Estadual de Maringá (UEM) – josecstevaux@gmail.com

Jose Manuel Ochoa Quintero – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – jmochoaquintero@gmail.com

José Sabino – Projeto Peixes de Bonito – Universidade Anhanguera-Uniderp (Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal) – sabino-jose@uol.com.br

Marciel Elio Rodrigues – Laboratório de Organismos Aquáticos – Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) – rodrigues.mbio@gmail.com

Maria Ana Farinaccio – Sistemática Vegetal – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – mafarinaccio@hotmail.com

Maria J. Ramos-Pereira – Zoologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – mjayka@gmail.com

Maria José Alencar Vilela – Ictiologia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – mjvilela@yahoo.com.br

Mario Luis Assine – Geologia – Universidade Estadual Paulista (Unesp/Rio Claro) – assine@rc.unesp.br

Maurício Silveira – Ecologia e Conservação – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) – mausilv@gmail.com

Moacir Lacerda – Laboratório de Ciências Atmosféricas – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (LCA/UFMS) – moacirlacerda@gmail.com

Neder Luis Oviedo Morales – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – nedermur@gmail.com

Nelson Rufino de Albuquerque – Zoologia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/Campus do Pantanal) – nelson.rufino@ufms.br

Nina Attias – Projeto Tatu-Canastra – Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS) – nina.attias@gmail.com

Olivier Pays-Volard – Ciências – Universidade de Angers (UA/França) – olivier.pays@univ-angers.fr

Pierre Cyril Renaud – Ciências – Universidade de Angers (UA/França) – pierre-cyril.renaud@univ-angers.fr

Poliana Felix Araújo – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – polianafa@yahoo.com.br

Rafael Dettogni Guariento – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – rafaguariento@gmail.com

Rafael Moraes Chiaravalloti – Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e Ecologia e Ação (ECO) – rafaelmochi@gmail.com

Rafael Reverendo Vidal Kawano Nagamine – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – acadnagamine@hotmail.com

Renata Andrada Peña – Programa Cerrado Pantanal – WWF-Brasil – renatapena@wwf.org.br

Ricardo Koroiva – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – ricardo.koroiva@gmail.com

Rudi Ricardo Laps – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – rudilaps@uol.com.br

Samuel Duleba – Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – samuelduleba@gmail.com

Sérgio Roberto Rodrigues – Entomologia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – sergio@uems.br

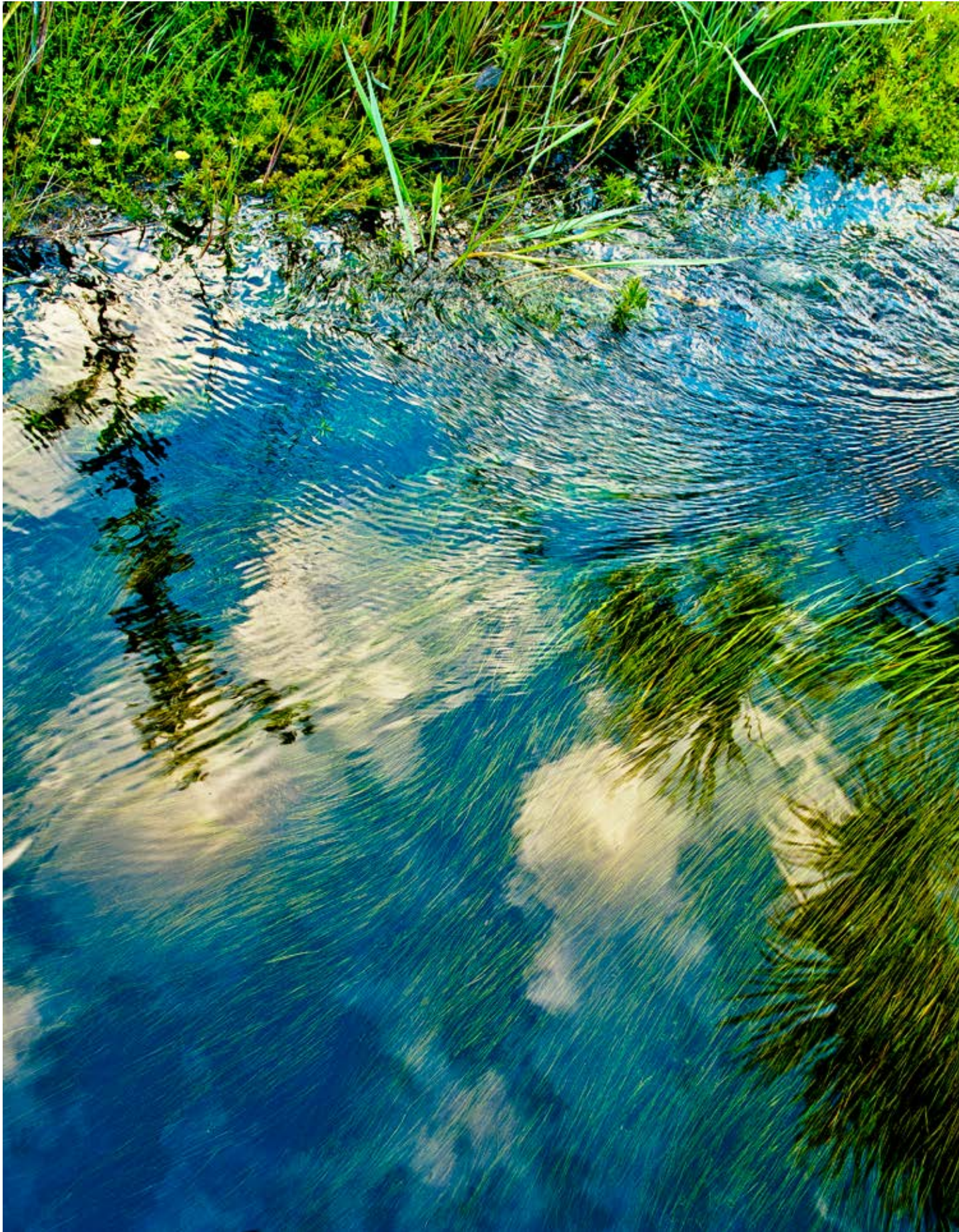
Suzana Maria de Salis – Biologia Vegetal – Embrapa Pantanal – suzana.salis@embrapa.br

Ulisses Caramaschi – Herpetologia – Museu Nacional/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ) – ulisses@acd.ufrj.br

Urielton Martins Monteiro – Biociências – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – urieltonmonteiro@gmail.com

Vanda Lucia Ferreira – Herpetologia, Zoologia e Ecologia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – vandalferreira@gmail.com

Walfrido Moraes Tomás – Ecologia e Conservação – Embrapa Pantanal – walfrido.tomas@embrapa.br





NASCENTES

ALIANÇA PELAS ÁGUAS

PACTO EM DEFESA DAS CABECEIRAS DO PANTANAL PRESERVA E RECUPERA AS PORÇÕES ALTAS DOS RIOS PARAGUAI, SEPOTUBA, JAURU E CABAÇAL, ORIGEM DE QUASE 30% DO PULSO DE INUNDAÇÃO

POR BRENO FERREIRA DE MELO E RENATA ANDRADA PEÑA

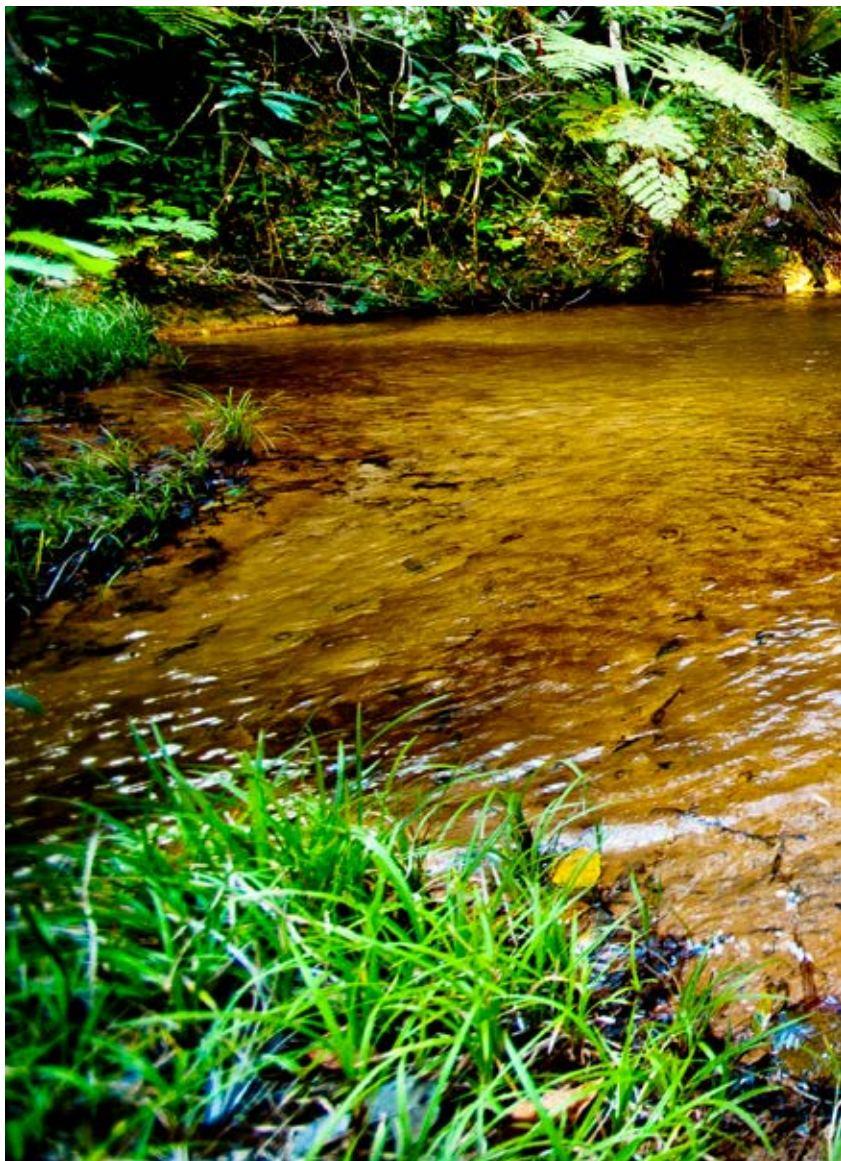
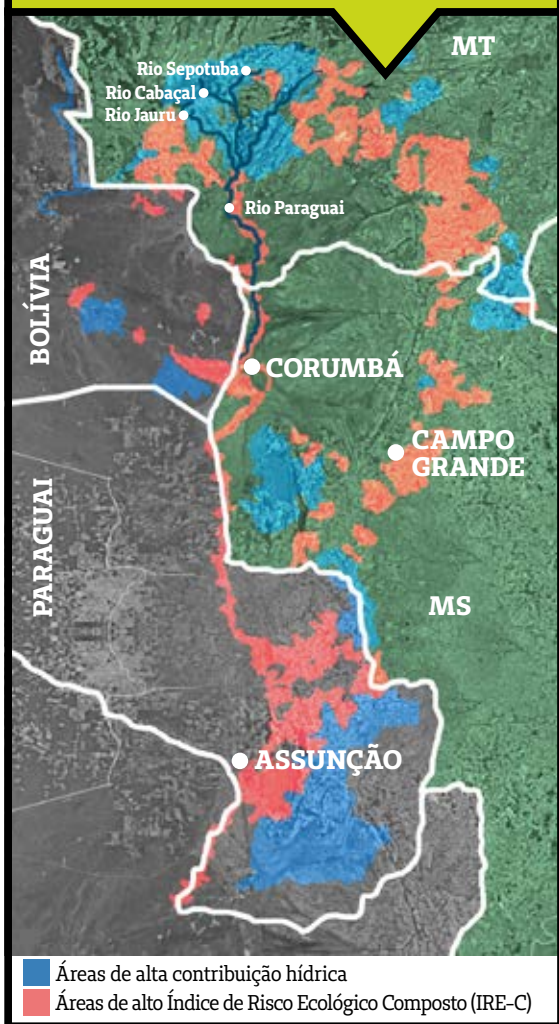
O Pantanal é a maior área úmida do planeta. Abriga uma rica biodiversidade e fornece serviços ambientais essenciais à natureza e ao homem, como o suprimento de água, a estabilização do clima e a conservação dos solos.

Mas o Pantanal também tem suas fragilidades e está ameaçado pela degradação da vegetação, pela erosão e pela deterioração da qualidade da água, em função da falta de saneamento. Em especial, inspira cuidados a região conhecida como Cabeceiras do Pantanal, da qual dependem as águas de inundação de quase 80% do bioma. E o pulso de inundação, como se sabe, mantém os processos ecológicos e a paisagem cênica pantaneira. Assim, por sua importância hidrológica, o arco das nascentes do Pantanal é considerado uma área crítica de preservação.

Propostas para solucionar os desafios – sobretudo onde brotam os rios mais importantes – estão há um bom tempo na pauta de pesquisado-

res, empresas, órgãos governamentais e organizações não governamentais. Em 1999, realizou-se uma série de expedições à parte alta do Pantanal. Em 2012, o WWF-Brasil publicou um estudo, juntamente com a The Nature Conservancy (TNC), o Centro de Pesquisas do Pantanal, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o banco HSBC e a indústria de máquinas Caterpillar. Intitulada “Análise de Risco Ecológico da Bacia do Rio Paraguai”, a pesquisa identificou as áreas de maior contribuição hídrica do Pantanal, as chamadas “torres de água”. Só as porções altas de quatro dessas “torres de águas” – os rios Paraguai, Sepotuba, Jauru e Cabaçal – fornecem quase 30% das águas que mantêm o pulso de inundação da planície pantaneira. O mapeamento mostrou o quanto essas importantes zonas de contribuição hídrica estão em risco, requerendo ações urgentes de preservação e recuperação.

“TORRES DE ÁGUA”



No mesmo ano de 2012, estabeleceu-se o Pacto em Defesa das Cabeceiras do Pantanal, um compromisso formal adotado por diferentes setores (público, privado e não governamental). Sem qualquer imposição legal, a aliança tem os seguintes objetivos:

- Fortalecer a integração e a articulação das instituições nacionais, regionais e locais;
- Fortalecer o desenvolvimento sustentável da região;
- Capacitar a sociedade civil, representantes do setor privado e do setor público na conservação das cabeceiras do Pantanal;
- Fortalecer a cultura local para o desenvolvimento regional sustentável, econômico, social e ambiental;
- Conservar solo e água com a recomposição de matas ciliares em microbacias;



Proteger as matas ciliares é crucial para conservar as águas límpidas das nascentes pantaneiras (acima). Instalar biofossas (destaque à esq.) e fazer curvas de nível nas lavouras (destaque à dir.) também ajuda no controle da poluição biológica e da erosão.



Fotos: Renata Peña

- Proteger áreas de recarga de aquíferos, por meio de recuperação e/ou conservação de áreas de drenagem e cabeceiras;
- Fortalecer a mobilização da sociedade para elaborar políticas públicas em defesa das cabeceiras do Pantanal;
- Disseminar informações sobre linhas de financiamento e promover boas práticas de conservação. (Por exemplo: Plano de Agricultura de Baixo Carbono, Programa Produtor de Água).

Em cinco anos de atuação, o Pacto conseguiu alguns resultados significativos, como a recuperação de mais

de 80 nascentes; a instalação de aproximadamente 40 biofossas, beneficiando famílias com um biofertilizante seguro para incrementar a produção de frutíferas; o incentivo à construção de três viveiros de mudas de espécies nativas; a adequação ambiental de mais de 160 quilômetros de estradas rurais; o apoio de 25 prefeituras do estado de Mato Grosso na implementação de ações de conservação dos recursos hídricos da região; a criação de quatro leis municipais em prol do meio ambiente e o suporte da Agência Nacional de Águas (ANA) a

dois municípios (Tangará da Serra e Mirassol D'Oeste), por meio do Programa Produtor de Água, para criação de sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Além disso, centenas de voluntários foram mobilizados em ações de limpeza de rios, em Mato Grosso.

Ainda resta muito a fazer, porém a divulgação do WWF-Brasil já atingiu mais de 7 milhões de pessoas, em Mato Grosso e em todo o país. E continuará a defender pactos assim eficientes, em defesa das nascentes formadoras do Pantanal!



Maciço do Urucum (à esq.), com seus pontos mais altos alaranjados, e um trecho do rio Paraguai (à dir.), tendo ao lado alguns meandros abandonados.

GEOLÓGIA 

ANATOMIA FUNCIONAL DA PAISAGEM

CONHECER E CARACTERIZAR A DIVERSIDADE FÍSICA NATURAL DA PLANÍCIE PANTANEIRA É ESSENCIAL PARA COMPREENDER AS INUNDAÇÕES E SUAS VARIADAS INTER-RELAÇÕES COM A FAUNA, A FLORA E AS MUDANÇAS PROMOVIDAS PELO HOMEM

POR MARIO L. ASSINE, IVAN BERGIER, HUDSON A. MACEDO, FABIANO N. PUPIM, JOSÉ C. STEVAUX, AGUINALDO SILVA



Google Earth Image© 2018 images Digital Globe CNES/Airbus Landsat/Copernicus

O Pantanal é uma ampla planície interior, no alto curso do rio Paraguai, com inundações anuais e grande diversidade biológica, ecológica e de paisagens. Abrange terras úmidas abaixo da cota altimétrica de 200 metros, mas seus limites variam em diferentes publicações e relatórios. Como consequência, variam também a extensão de sua área geográfica e a avaliação dos impactos causados por atividades humanas.

A planície é heterogênea, não só em sua geografia, mas também na frequência e magnitude das inundações. Muitas áreas permanecem inundadas durante todo o ano, enquanto outras experimentam inundações de duração variável. Por isso, há referências a vários pantanais ao invés de um só. Tal pluralidade deu ensejo a tentativas de classificar e subdividir o Pantanal com base em diversos critérios

físicos e bióticos, incluindo relevo, solo, hidrologia e vegetação. A compartimentação geográfica das áreas úmidas é importante para embasar políticas de uso e ocupação da planície pantaneira e para subsidiar iniciativas de preservação e conservação. Entender a dinâmica associada à diversidade física natural do Pantanal é fundamental para a compreensão do fenômeno das inundações e das inter-relações com a fauna, a flora e as atividades humanas.

Até a década de 1960, as tentativas de classificação do Pantanal eram limitadas pela escassez de dados cartográficos confiáveis. Por isso, diferentes áreas foram denominadas conforme a toponímia local. Posteriormente, a disponibilização de imagens de sensores remotos para uso civil permitiu abordagem nova e de grande impacto na compreensão da dimensão e da na-

tureza da planície pantaneira. Em 1979, importante relatório do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS, do extinto Ministério do Interior) registrava área total de 139.111 km² para o Pantanal, subdividido em 15 sub-regiões. Com dados orbitais de melhor resolução espacial e novos sensores, a delimitação do Pantanal e a caracterização de sua paisagem foram aperfeiçoadas. Novas classificações forneceram melhor detalhamento das diferentes áreas dentro da planície, destacadas por sua contribuição à comunidade acadêmica (caso dos 3 exemplos apresentados na próxima página). Duas importantes classificações foram publicadas na década de 1990. Com base no padrão de inundação analisado com dados do satélite Nimbus-7, Hamilton e colaboradores subdividiram o Pantanal em 10 sub-regiões (mapa A), cada qual

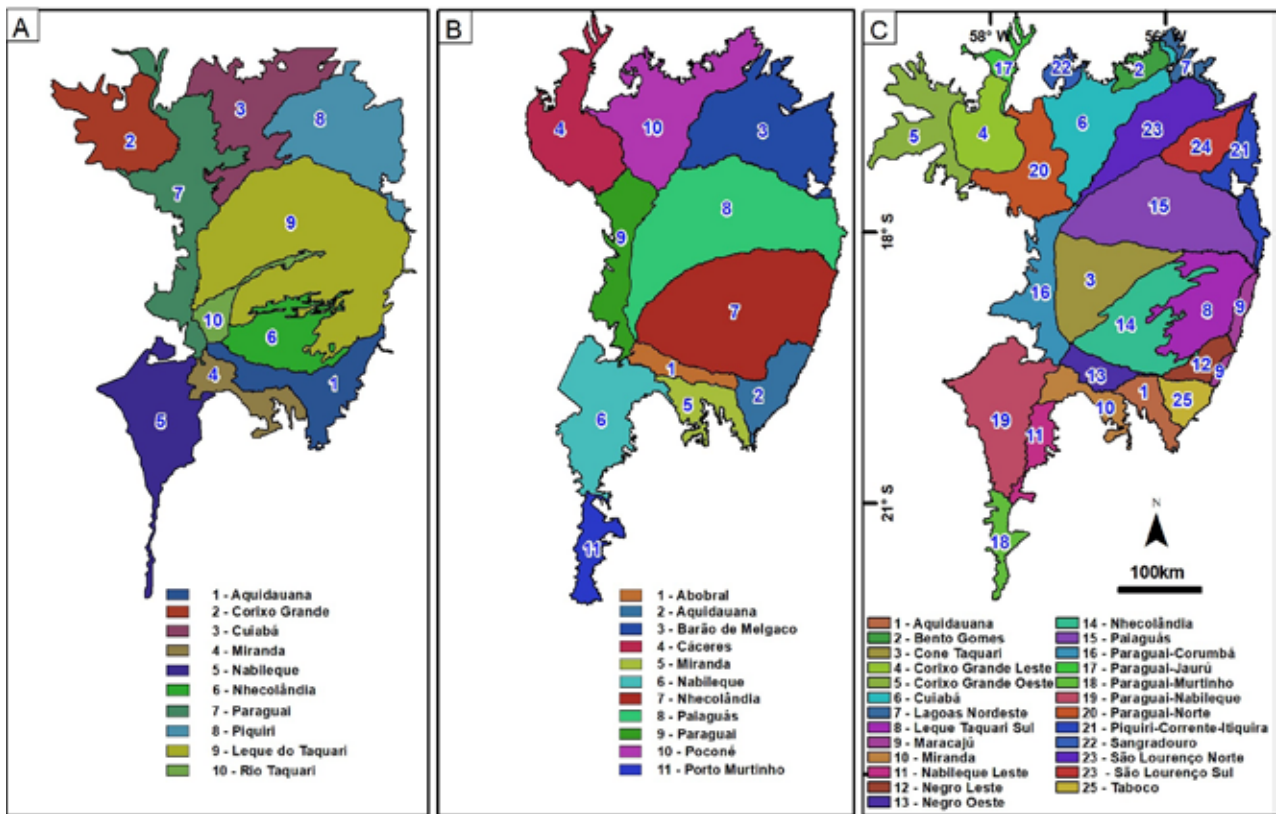
com dinâmica de inundação peculiar, sugerindo relação entre a dinâmica hidrológica e os diferentes compartimentos geográficos do Pantanal. Paralelamente, Silva e Abdon caracterizaram 11 sub-regiões (mapa B), calculando área total de 138.183 km² com base na interpretação de imagens do satélite Landsat 5 TM.

O pesquisador Padovani da Embrapa/Pantanal utilizou novos dados orbitais e novos conceitos na sua classificação, conjugando critérios de relevo, solo e vegetação e hidrologia (frequência de inunda-

ões caracterizadas em termos geomorfológicos e hidrológicos, o que representou grande avanço no conhecimento da diversidade de paisagens do Pantanal.

Apesar dos avanços trazidos pelas classificações existentes, o conhecimento do funcionamento hidrossedimentar da planície ainda é incipiente. Muitas perguntas não têm ainda resposta satisfatória. Por que a área inundável é tão extensa? Por que alguns rios ficam assoreados e outros não? Por que e como os rios mudam de curso? Qual o volume de sedimentos retidos na

1. levar em conta sua natureza geológica;
2. entender o comportamento do terreno, tectônico e superficial, combinado aos processos que produziram a paisagem atual;
3. utilizar um modelo de compartimentação geomorfológica com base em unidades naturais de sedimentação, ou seja, os sistemas deposicionais;
4. conhecer o funcionamento hidrológico do conjunto de sistemas deposicionais formadores da planície;
5. mapear o fluxo de água subter-



ção, fonte das águas e sincronia com áreas vizinhas). E imagens MODIS, liberadas pela Agência Espacial Americana (NASA), contribuíram para a caracterização da água superficial e ajustes na delimitação das áreas inundáveis, incluindo os territórios adjacentes da Bolívia e do Paraguai. Na nova classificação (mapa C), o Pantanal passou a ter 150.500 km², com 25 sub-regi-

ões caracterizadas em termos geomorfológicos e hidrológicos, o que representou grande avanço no conhecimento da diversidade de paisagens do Pantanal. Assim, para a construção de políticas públicas apropriadas e a redução das vulnerabilidades do Pantanal (que implica elaborar classificações funcionais) é crucial:

6. desenvolver programas visando a aquisição de dados-chave para quantificar e modelar os processos sedimentares e hidroecológicos.

A chave para entender a variabilidade de paisagens do Pantanal está no fato de a planície alagável ser espa-

cial e temporalmente dinâmica: trata-se de uma bacia sedimentar ativa, ou seja, uma área da superfície terrestre sujeita a movimentos verticais descendentes da crosta terrestre, o que causa afundamento do terreno. A paisagem é a de uma depressão, para onde correm os rios provenientes de relevos mais altos, ao redor. Em uma depressão fechada, inteiramente circundada por terrenos altos, os rios correm todos para seu centro (drenagem radial centrípeta), onde um lago pode se formar. Talvez fosse essa a impressão dos primeiros europeus ao chegar ao Pantanal, quando eles se referiam à mitológica *Laguna de los Xa-*

cia de terremotos recentes. Blocos mais subsidentes (os que afundam mais), controlados por movimentos nas falhas geológicas, criam espaços a serem ocupados pelas águas das chuvas e dos rios provenientes das bacias de captação, situadas no entorno da depressão. Quer dizer, os rios promovem a erosão das rochas nos relevos circundantes e os sedimentos são carreados rio abaixo, num contínuo processo de transferência de águas e sedimentos dos planaltos para a planície pantaneira.

Rios dissecam os planaltos existentes no entorno do Pantanal e formam planícies fluviais exóticas, co-

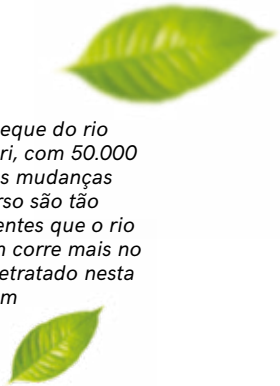


Google Earth Image © 2018 Landsat/Copernicus

rayes (Xarayes era o nome do principal grupo indígena local). Mas, na realidade, a grande depressão pantaneira tem uma saída a sudoeste, entre o Planalto da Bodoquena e o Maciço de Urucum, por onde corre o rio Paraguai em direção à bacia do Chaco.

Em bacias sedimentares ativas, como o Pantanal, é desigual a maneira como o subsolo se movimenta verticalmente, criando desníveis na planície devido à subsidência do terreno. Essa é a causa da ocorrên-

hçadas como megaleques fluviais devido às frequentes subdivisões de seus canais. Na planície, os espaços inicialmente ocupados pelas águas são, em escalas geológicas de tempo, preenchidos por sedimentos carreados pelos rios. Partículas finas de silte e argila são transportadas em suspensão, turvando as águas dos rios durante as cheias anuais. E areias também são transferidas, como carga sedimentar de fundo, formando barras nos rios, frequentemente expostas



Megaleque do rio Taquari, com 50.000 km²: as mudanças de curso são tão frequentes que o rio já nem corre mais no leito retratado nesta imagem

durante a estiagem. Este fenômeno de sedimentação reduz a profundidade dos rios (assoreamento fluvial).

O rio Paraguai funciona como sistema coletor de outros cursos d'água para a planície. Funciona também como canal de drenagem das águas da planície para a bacia do Chaco. O volume de sedimentos que sai pelo rio Paraguai é muito menor do que aquele que chega à planície: a maior parte dos sedimentos fica retida. Isso está intrinsecamente relacionado ao fato de que o Pantanal é uma bacia sedimentar ativa, que continuamente gera baixios na superfície, para onde correm inicialmente as águas de inundação e, progressivamente, para onde os rios passam a correr e depositar sedimentos trazidos de fora da bacia.

A planície do Pantanal é um extenso trato deposicional, com variados tipos de sistemas de sedimentação, o que resulta em uma bacia heterogênea em sua geomorfologia. O 'trato de sistemas', à semelhança do trato digestivo de vertebrados, é um conjunto de sistemas contíguos e relacionados, que têm funcionamento integrado.

O rio Paraguai corre de norte para sul, na borda oeste da bacia do Pantanal, formando uma planície em que há três barreiras ou gargalos para o fluxo das águas. Antes de entrar na planície do Pantanal, o canal meandra numa planície estreita, com 4 a 6 km de largura. Ao adentrar o Pantanal, o rio se abre num megaleque, não mais confinado, sobre um terreno menos inclinado. Seu canal principal então apresenta bifurcações e a planície se apresenta com um grande número de lagoas. Na altura da Serra do Amolar há novo estreitamento e vários lagos entremeiam o relevo serrano, caso das lagoas Mandioré e Vermelha. Dali até a confluência com o rio Miranda, o Paraguai flui em uma planície ampla, cheia de canais. No último trecho dentro do Pantanal, após atravessar o Maciço do Urucum, o rio forma novamente meandros ao atravessar a área do Nabileque. O último gargalo está situado na área do Fecho dos Morros, na saída do Pantanal, após o qual o rio Paraguai flui em direção ao Chaco Paraguai.

Os rios Taquari, São Lourenço e Aquidauana formam os principais sistemas de megaleques fluviais, drenando planaltos sedimentares a leste do Pantanal. Eles podem ser classificados como sistemas deposicionais de drenagem distributiva. Em sua área de captação nos planaltos, um grande aporte de sedimentos para os rios resultou da eficiente erosão de rochas sedimentares dos planaltos de Maracaju-Itiquira. Ao entrar na planície, os rios depositam sua carga de sedimentos formando megaleques aluviais, que são sistemas de drenagem distributiva compostos por lobos sedimentares ativos e abandonados. Na superfície dos lobos abandonados há antigos canais, não mais ativos, indicando por onde correram os rios em sucessivas mudanças de curso durante sua evolução. O Taquari é o mais notável dos megaleques fluviais do Pantanal, com área de aproximadamente 50.000 km².

Planícies interleques são formadas por canais fluviais existentes entre os megaleques. A planície do rio Piquiri é um exemplo típico, com seu canal de meandros confinado entre os megaleques fluviais dos rios Taquari e São Lourenço. O rio Negro, situado entre os megaleques do Taquari (ao norte) e os de Aquidauana e Taboco (ao sul), é outro exemplo de drenagem interleque, mas sua planície de inundação é mais complexa: ao perder o confinamento a oeste, o rio segue para uma área perenemente inundada e adquire padrão multicanal.

A complexidade geomorfológica e hidrológica faz com que o Pantanal seja uma região de inundação sazonal, desigual e defasada. Desigual porque diferentes áreas experimentam inundações díspares em extensão, magnitude e duração. Defasada porque os picos de inundação não acontecem de forma sincronizada com os picos de chuvas: duas nítidas ondas de inundação migram de norte para sul e de leste para oeste. Assim, a área mais baixa, situada a sudoeste (Nabileque), tem inundação atrasada, com defasagem de 4 a 6 meses em relação ao pico de precipitação de verão.

Evidentemente, a magnitude das inundações anuais decorre do volume de chuvas e varia em resposta a ciclos climáticos. Mas é a geologia da bacia que determina maior ou menor grau de permanência e severidade da inundação, em determinadas áreas. Alguns fatores geológicos condicionam este funcionamento das águas e dos sedimentos (hidrossedimentar). A existência de falhas geológicas e de blocos mais subsidentes (que afundam mais) definem áreas com inundações mais prolongadas, por exemplo. E mudanças no curso de rios, com a construção de lobos deposicionais em áreas antes alagadas, favorecem a deposição de sedimentos e alteram o padrão de inundação e a paisagem local.

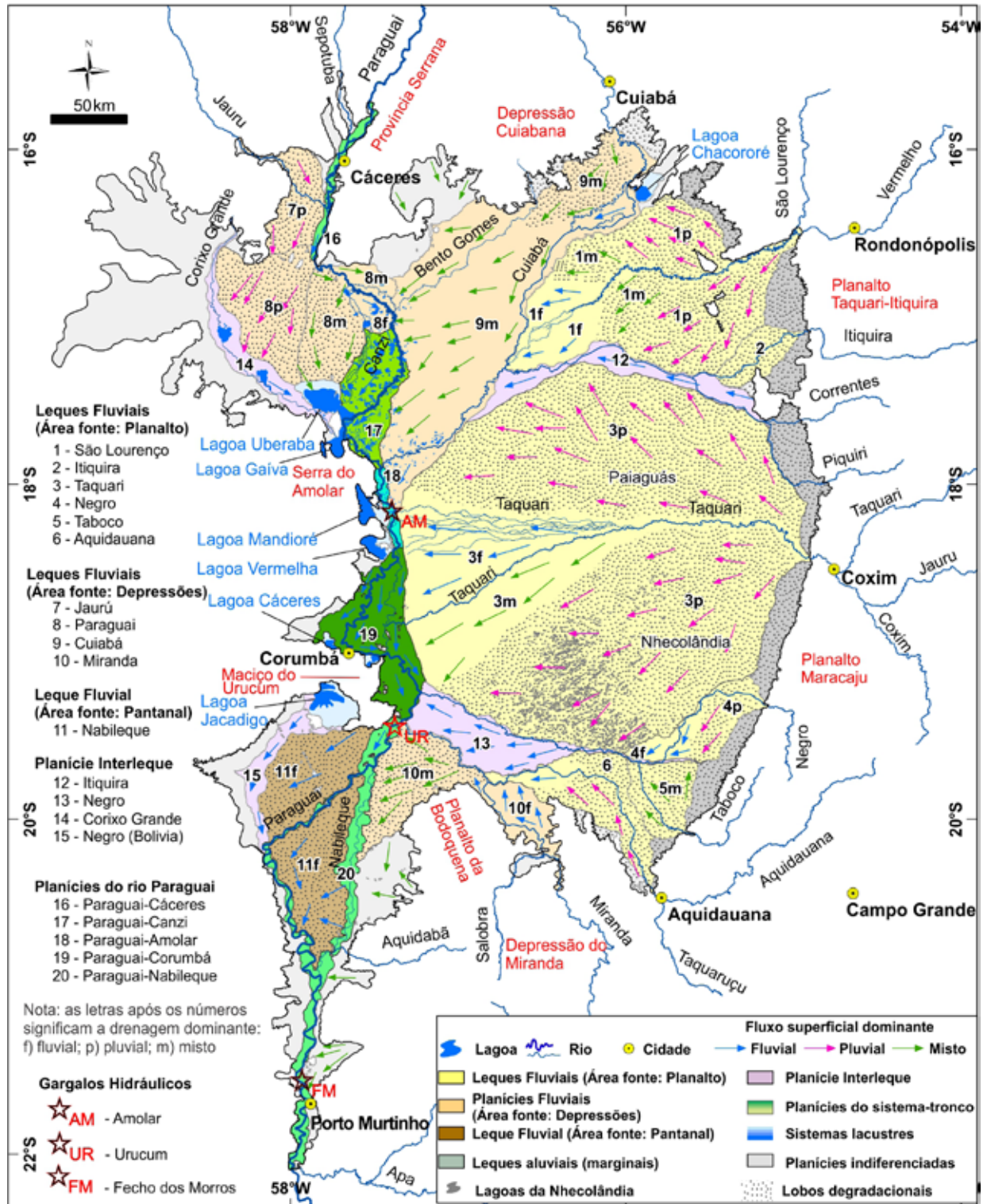
O funcionamento hidrológico do Pantanal é extremamente complexo porque coexistem e interagem diversos sistemas deposicionais muito dinâmicos e sensíveis a mudanças ambientais. O comportamento dos rios nos megaleques é bem diferente daquele das planícies interleque, promovendo padrões de inundação diversos e defasados entre si. Os três gargalos hidráulicos, existentes ao longo do curso do rio Paraguai (Amolar, Urucum e Fecho dos Morros), retardam o fluxo e promovem efeito remanso, atrasando a onda de cheia ao longo da planície.

A vazão dos rios oriundos do planalto, que formam os megaleques do Taquari, São Lourenço e Aquidauana, responde de forma quase imediata às chuvas. Estes rios correm em vales e transferem as águas dos planaltos direto para os lobos ativos situados nas suas porções mais baixas. Os canais existentes em seus lobos ativos são instáveis e mudam de posição com frequência. O Taquari, por exemplo, transfere água do Planalto de Maracaju diretamente para o lobo do Taquari Novo, onde o declive diminui bastante e ocorrem muitas bifurcações, com a formação de muitos canais e a deposição de grande parte da carga sedimentar.

Áreas de lobos abandonados – como Paiaguás e Nhecolândia, no megaleque do Taquari – não recebem água e sedimentos provenientes dos rios: o escoamento superficial é abas-

Anatomia Funcional do Pantanal

A planície é um extenso trato deposicional, com vários sistemas de sedimentação funcionando de forma integrada



tecido unicamente pelas águas das chuvas durante o verão. O escoamento ocorre na forma de fluxos em lençol ou confinados em canais conhecidos como vazantes, capazes de remobilizar sedimentos superficiais. Nos períodos mais secos, os fluxos subterrâneos são essenciais para suprir de água pequenos riachos (corixos), formando uma rede de drenagem de natureza erosiva.

Assim, além das águas e dos sedimentos provenientes da própria bacia de drenagem (situada a norte), o rio Paraguai recebe água e sedimentos de canais dos megaleques fluviais e

longo do rio Paraguai mostram claramente a defasagem das cheias em relação à precipitação, progressivamente maior rio abaixo, chegando a seis meses na estação de Porto Murinho, à saída do Pantanal.

Quando se analisa toda essa dinâmica em relação às mudanças de uso das terras na planície pantaneira, ainda não se notam alterações significativas da paisagem, embora algumas atividades sejam crescentes – como é o caso da criação extensiva de gado. O mesmo não se pode dizer das tentativas de conter a dinâmica natural de

como se processa a sedimentação e como se desenrolam os pulsos anuais de inundação. Os pulsos anuais obedecem aos fluxos nos diferentes sistemas deposicionais. O conceito de fluxo tem que ser adaptado para o Pantanal, em especial para os domínios dos megaleques fluviais, pois neles não há uma planície de inundação confinada, mas sim lobos deposicionais modernos, que são áreas amplas nas quais o rio divaga e muda seu curso devido às frequentes avulsões (mudanças de curso a partir de arrombados).

Uma abordagem sistêmica é,

Google Earth Image© 2018 DigitalGlobe



das planícies interleque formados por rios provenientes de leste. A chegada das águas destes sistemas não é sincronizada, pois depende de regimes de chuvas em áreas distintas – do domínio Amazônia, a norte, e do domínio Cerrado, a leste. Isso complica ainda mais a propagação da onda de cheia. Além disso, a existência dos três gargalos hidráulicos mencionados, causando efeito remanso e inundações defasadas, aumentam a complexidade hidrológica da área. Dados de estações fluviais existentes ao

mudança dos cursos dos rios, sobretudo daqueles formadores dos sistemas de megaleques fluviais, que são intervenções humanas de maior amplitude. Ou do acentuado grau de mudança no uso das terras nos planaltos de leste, aí sim, com forte aumento do aporte de sedimentos para a planície pantaneira.

Um novo modelo mais detalhado de compartimentação da planície do Pantanal, que leve em conta o funcionamento hidrossedimentar dos sistemas naturais de sedimentação é de suma importância para entender

portanto, fundamental para descrever corretamente a complexa dinâmica que caracteriza as diferentes paisagens funcionais e a transferência de água e de sedimento entre os sistemas dentro do Pantanal. Isto requer a obtenção e a sistematização contínua de dados climáticos, hidrológicos, geológicos e sedimentológicos. Tal abordagem tem implicações para a compreensão e correta modelagem de processos ecológicos e intervenções que visem a conservação da biodiversidade em consonância

com o uso sustentável dos valiosos recursos naturais do Pantanal.

Uma classificação sistêmica deve levar em conta a anatomia funcional dos sistemas que compõem o trato deposicional do Pantanal, conforme apresentado por Assine e colaboradores, em 2015. No mapa ilustrado (pág. 17), os diferentes sistemas deposicionais são agrupados em cinco categorias, cada qual com características e funcionamento próprios: (1) megaleques fluviais formados por rios oriundos de planaltos sedimentares; (2) megaleques fluviais for-

tais, que se tornam áreas frequentemente inundadas e sítios de sedimentação atual; (2) a maior parte da superfície dos lobos antigos não recebe águas provenientes dos rios, sendo dominados por inundações produzidas pelo escoamento superficial das águas das chuvas; (3) algumas áreas dos lobos antigos têm contribuição de águas do rio formador do megaleque, seja por transbordamento ou arrombados, havendo nestes casos fluxo misto, constituído pelo escoamento superficial de águas das chuvas nas planícies e pelo fluxo do rio; (4) as pla-



mados por rios provenientes de terrenos pré-cambrianos dissecados (depressões); (3) megaleque do Nabileque situado na saída do Pantanal; (4) planícies interleque; (5) planícies do rio-tronco (Paraguai).

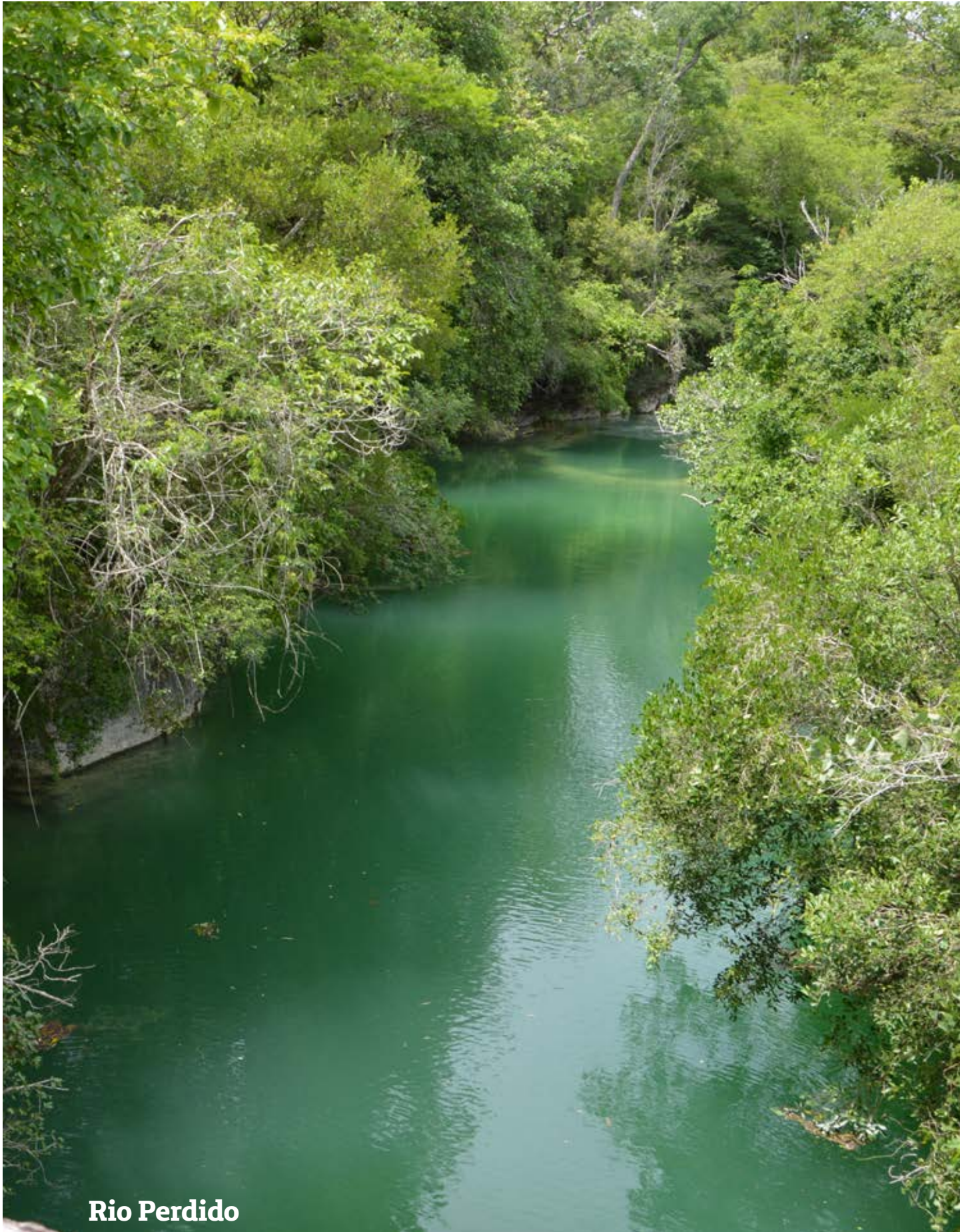
Em síntese, numa nova classificação, é fundamental levar em consideração que: (1) os megaleques fluviais funcionam como sistemas de hidrologia complexa, pois os rios estão confinados em vales na entrada do Pantanal, transferindo as águas para os lobos ativos situados nas partes dis-

nícies do rio Paraguai e dos rios interleques formam um sistema tributário dentro do Pantanal, coletando e transportando as águas dentro e para fora do trato deposicional; (5) a propagação da onda de cheia não é linear, pois a existência de três gargalos hidráulicos provoca restrição ao fluxo, efeito remanso e inundação de áreas mais largas da planície do rio Paraguai; (6) a última restrição é a da saída do Pantanal, onde a planície sofre estreitamento e o rio atravessa relevos elevados do Fecho dos Morros.



Milhares de lagoas e salinas compõem a paisagem da Nhecolândia, onde o escoamento superficial é abastecido pelas chuvas de verão.



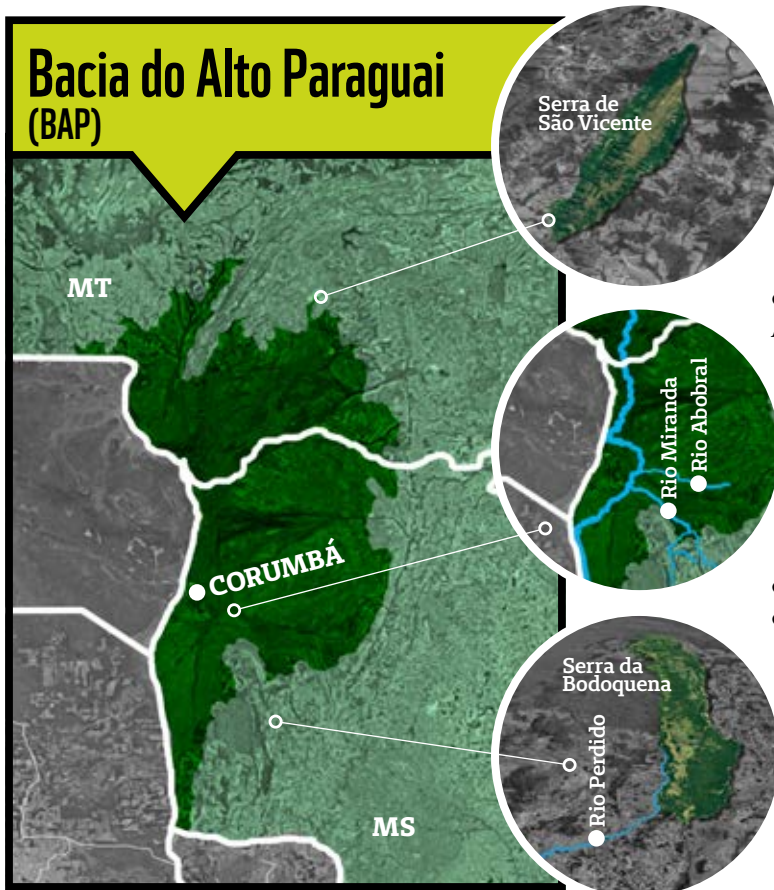


Rio Perdido

PEQUENOS, ÚNICOS E DESPROTEGIDOS

O CONHECIMENTO, FUNDAMENTAL PARA A PRESERVAÇÃO DE GRANDES ANIMAIS, É ABSOLUTAMENTE CRÍTICO PARA OS PEIXINHOS DA BACIA DO ALTO RIO PARAGUAI, TÃO DIVERSOS QUANTO IGNORADOS

POR FERNANDO R. CARVALHO, MARIA JOSÉ ALENCAR VILELA E FRANCISCO SEVERO NETO



Quando se fala em peixes brasileiros é inevitável lembrar dos gigantes: pirarucus, dourados, cachorras, tambaquis, pirararas, douradas, filhotes, piraibas, pintados, cacharas e jaús, cada um a seu modo famoso e majestoso. Eles são os mais populares por garantir a subsistência e constituir fonte de proteínas para muitas pessoas que vivem direta ou indiretamente da pesca. Além disso, são astros e estrelas da pesca esportiva. No entanto, a maior parte da diversidade de peixes de água doce dos nossos cursos d'água é composta por espécies de pequeno porte, com menos de 15 centímetros de comprimento padrão. Eles habitam as nascentes e os riachos formadores de rios maiores. Por seu tamanho reduzido, muitas vezes permanecem isolados por barreiras físicas e/ou ecológicas que impedem seus deslocamentos. Além disso, podem passar a vida toda exclusivamente nas cabeceiras ou em um curto trecho do curso d'água.

A bacia do alto rio Paraguai (BAP) inclui a grande e complexa rede hidrográfica pantaneira, com numerosos cursos d'água e uma rica fauna de peixes. A área total tem

cerca de 368.000 km² e abrange terras do Paraguai, da Bolívia e dos estados brasileiros de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde são registradas cerca de 350 espécies de peixes. Somente na BAP, região compreendida por todos os riachos e rios situados acima da foz do rio Apa com o rio Paraguai, entre os municípios de Porto Murtinho, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, e San Lázaro, Departamento de Concepción, Paraguai, existem em torno de 60 espécies de peixes exclusivas! Trata-se de uma alta diversidade de espécies endêmicas, ou seja, de peixes que habitam uma área restrita e única do planeta, não ocorrendo de modo natural em nenhum outro lugar do mundo.

Das espécies endêmicas da BAP, cerca de 80% são de pequeno porte e a

efetivamente ameaçadas de extinção. É o caso do cascudo-albino (*Ancistrus formoso* Sabino & Trajano, 1997) e do bagrinho-cego (*Trichomycterus dali* Rizzato, Costa, Trajano & Bichuete, 2011) – ambos habitantes das cavernas na região da Serra da Bodoquena,

da água, transformando corredeiras (águas correntes) em lagos (águas paradas). Como consequência, altera-se toda a dinâmica de vida dos organismos ali residentes, a ponto de inviabilizar sua reprodução e, conseqüentemente, a manutenção da população.



lambari fêmea (*Hyphessobrycon rutiliflavus*)



lambari espécie nova (*Astyanax* sp.)



lambari macho (*Hyphessobrycon rutiliflavus*)



saicanga (*Oligosarcus perdido*)

Fotos: Fernando R. Carvalho

grande maioria vive nas cabeceiras dos riachos. Entre outras, pode-se citar o canivete (*Characidium nupelia* Graça, Pavanelli & Buckup, 2008); o lambari (*Hyphessobrycon rutiliflavus* Carvalho, Langeani, Miyazawa & Troy, 2008), a saicanga (*Oligosarcus perdido* Ribeiro, Cavallaro & Froehlich, 2007) e o bagrinho (*Microglanis leniceae* Shibatta, 2016). Muitas dessas espécies endêmicas são altamente dependentes da vegetação às margens dos pequenos corpos d'água (florestas ripárias) para sobrevivência e perpetuação de suas populações.

Algumas das espécies exclusivas, pequenas e pouco conhecidas já estão

MS – e da violinha (*Loricaria coximensis* Rodriguez, Cavallaro & Thomas, 2012), que ocorre nas áreas de planalto da BAP.

As principais ameaças a tais peixinhos são as atividades agropecuárias e de mineração no entorno da Serra da Bodoquena, para as espécies que vivem nas cavernas (chamadas pelos pesquisadores de troglóbias), e a supressão de habitats, incluindo a construção de empreendimentos hidrelétricos com grandes reservatórios, para espécies restritas a determinados trechos de riachos, como a violinha. A formação de um reservatório muda drasticamente o fluxo

Nas cabeceiras da BAP existe demanda para construção de mais de 150 empreendimentos hidrelétricos, incluindo Centrais Geradoras Elétricas (CGHs), Pequenas Centrais Elétricas (PCHs) e Usinas Hidrelétricas (UHEs). É necessária uma discussão sobre os benefícios reais desses empreendimentos na região. O risco é causar prejuízos incalculáveis e imensuráveis aos organismos aquáticos, em especial aos peixes migradores e aos pequenos e endêmicos peixes de cabeceiras. Além disso, as atividades agrícolas nas áreas de planalto da BAP tendem a substituir a cobertura vegetal nativa por extensos plantios de monoculturas, eliminando a proteção aos corpos d'água e expondo o solo frágil às intempéries climáticas e aos grandes processos erosivos. Isto culmina em volumes enormes de terra e outros constituintes levados para o leito dos rios e riachos. Como consequência, há alteração da turbidez, da tem-

peratura da água e de outros fatores importantes para a estabilidade dos habitats de muitas espécies de peixes e de outros organismos aquáticos.

A manutenção da ictiodiversidade requer a proteção dos habitats aos quais os peixinhos estão restritos. Algumas medidas são complexas e burocráticas, mas existem numerosas outras, simples, efetivas e até benéficas para o homem pantaneiro, garantindo inclusive uma boa qualidade da água em sua propriedade. Exemplos? Impedir o pisoteio do gado nas margens dos córregos ou, pelo menos, limitar esse acesso a algumas áreas, reduzindo o impacto; manter a vegetação nativa nas margens dos rios/riachos; instalar mini siste-

A BAP abriga espécies de peixes não descritas e já ameaçadas. Provavelmente já perdemos algumas delas em virtude das alterações humanas em seus ambientes naturais, motivadas pela ânsia de perpetuar uma única espécie – a nossa. É inegável que a humanidade precisa dos recursos naturais para sobreviver, mas o acúmulo além das nossas necessidades tem custado a vida de muitos organismos. Quando uma espécie é extinta, perde-se com ela toda uma história evolutiva, única, de seleção natural ocorrida em centenas ou milhares de anos, além de se promover a ruptura de incontáveis interações entre as espécies que compõem os ecossistemas.

Foto: Maria José Alencar



Foto: Fernando R. Carvalho

Foto: Maria José Alencar



Peixinhos exclusivos da BAP (pág. ao lado) podem desaparecer, se não controlarmos o assoreamento de rios (acima à esq.), como nesse trecho do rio Abobral, e os desmatamentos (acima à dir.), como esse na Serra de São Vicente. As matas ciliares (abaixo) são essenciais para a sobrevivência de muitas espécies

mas para tratamento dos dejetos domésticos e de atividades de criação animal, dentre outros.

Certamente, com a ajuda de todos, será possível conhecer e garantir a preservação dos peixes da BAP, ao menos o suficiente para evitar sua extinção. Para isso, é importante entender onde e como vivem, como se reproduzem, do que se alimentam, qual é a sua distribuição e como se comportam no ambiente. Vale destacar que muitas espécies encontram-se em áreas de planalto, nas quais foram identificados somente um ou dois pontos de ocorrência. Se o conhecimento é incompleto acerca dessas espécies – já catalogadas – imagine o quanto falta compreender acerca daquelas espécies ainda não registradas ou descritas pela Ciência!

A diversidade dos peixes da BAP depende da manutenção das áreas das cabeceiras dos rios/riachos formadores dessa drenagem. Sua rica ictiofauna – caracterizada principalmente por espécies pequenas, frágeis às mudanças ambientais, restritas em sua área e, muitas vezes, desconhecidas – precisa de cuidados. Para que esses peixes continuem entre nós, é necessário conhecê-los e tomar as medidas adequadas de preservação de seus habitats. Apenas assim continuaremos a história que herdamos nesses 3,6 bilhões de anos de vida na Terra, ao lado de cada um dos milhões de organismos com os quais dividimos a nossa casa, com igual direito à vida...



PEIXES ANUAIS

A VIDA ESCONDIDA EM POÇAS

COM A CHEGADA DA ESTAÇÃO CHUVOSA, UMA MIRÍADE DE PEIXINHOS COLORIDOS BROTA DA LAMA PARA CRESCER, PROCRIZAR E MORRER, PERPETUANDO SEU LEGADO DE EXTREMA ADAPTAÇÃO NOS OVOS PRESERVADOS NO SOLO

POR FRANCISCO SEVERO NETO

Como as savanas da África Central, o Pantanal também tem seus “peixes que caem com as chuvas”: espécies adaptadas para sobreviver a ciclos extremos de cheias e secas, mesmo quando os corpos d’água se tornam muito rasos ou são reduzidos a poças de lama. Pouco conhecidos fora dos meios acadêmico e aquarífilo, os peixes anuais são seres extremamente interessantes, cuja história natural aos poucos é desvendada.

A origem deste grupo remonta ao período em que África e América formavam um só continente, há 120 milhões de anos. Sequências de adversidades ambientais, repetidas durante muitas gerações, selecionaram populações de peixes com a incrível habilidade de se estabelecerem em pequenas poças

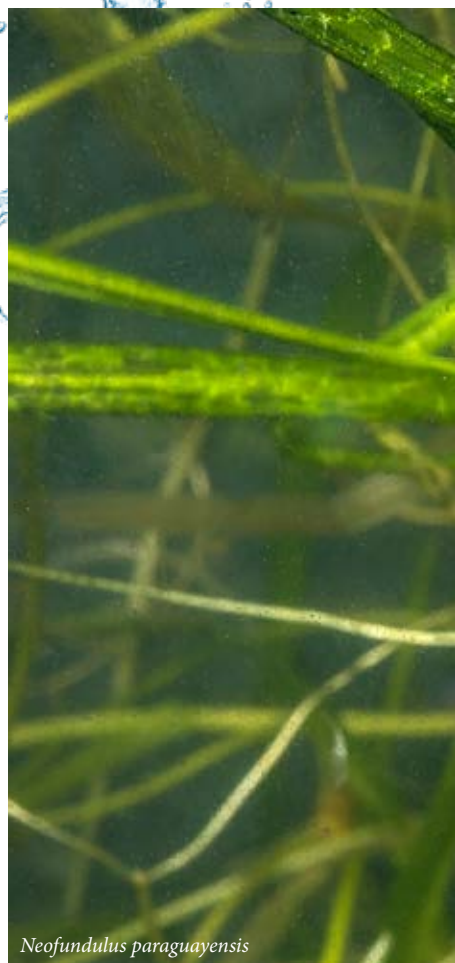
temporárias, onde nascem, crescem e morrem, mas não sem antes deixar seus ovos para eclodir na estação chuvosa seguinte.

Quando estes ambientes secam completamente, os ovos entram num estado de dessecação e dormência, às vezes por mais de um ano ou até por vários anos. Aos primeiros sinais de água, porém, o embrião volta a se desenvolver, nasce, cresce e o ciclo recomeça. Daí vem o termo “peixe anual” e, também, a impressão de que os peixes “caem do céu” com as chuvas. Até hoje, os dois continentes abrigam diversas espécies com essa capacidade fantástica de sobrevivência.

No presente, o grupo anual sul-americano é representado pela família taxonômica Rivulidae, com

quase 500 espécies descritas, sendo 118 só nos últimos dez anos. Entre elas, 11 espécies ocorrem no Mato Grosso do Sul. A bem da verdade, a família Rivulidae inclui peixes anuais e não-anuais. Os não-anuais são um capítulo à parte, embora não fiquem para trás nos quesitos de adaptação. São pequenos, com cerca de 3 centímetros e habitam banhados e veredas, principalmente. Conseguem viver em ambientes com menos de um centímetro de água; saltam pelo solo entre poças; respiram ar atmosférico através da pele e passam períodos de estiagem enterrados vivos!

Uma característica comum aos dois grupos é a coloração dos machos, sempre muito viva e chamativa, com o objetivo de atrair as fêmeas



Neofundulus paraguayensis



Foto: Paulo Robson de Souza

as, cuja coloração tende a ser mais discreta. Além do apelo visual, machos de peixes anuais conseguem emitir sons através de modificações do esqueleto e assim “convencem” as fêmeas a vir até eles. Tais estratégias de reprodução são importantíssimas, pois muitas vezes o tempo é curto, as poças são extremamente turvas e os sinais visuais não são suficientes. O comportamento reprodutivo varia entre espécies, mas sempre envolve cortejos elaborados entre o casal. Em geral, os ovos são depositados em ninhos feitos no fundo das poças.

Infelizmente, apesar de adaptações afinadas ao longo de centenas de milênios, a sobrevivência das próximas gerações é cada vez mais incerta. Os frágeis ambientes habi-

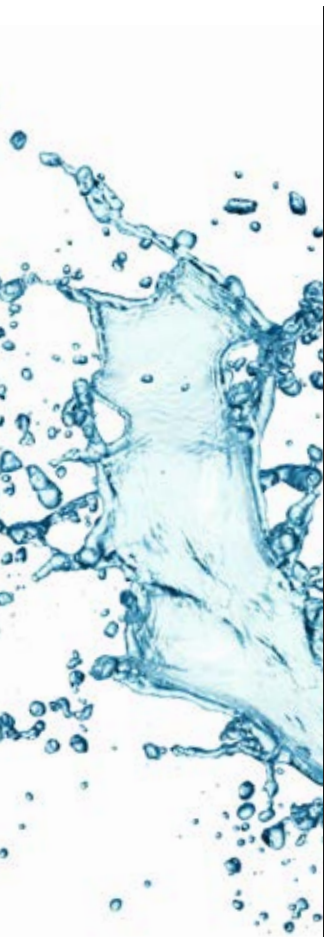
tados pelos peixes anuais têm sido modificados para atender atividades humanas, por meio de aterros, barramentos, dragagens, asfaltamentos e transposições. Isso torna tal grupo de vertebrados o mais ameaçado no Brasil!

Desde 2013, existe um Plano de Ação Nacional para Conservação da família Rivulidae, transformado em portaria pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O plano visa proteger tanto as espécies ameaçadas desta família como os ambientes onde habitam, nos biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa. Nenhuma das 11 espécies de ocorrência no Pantanal está classificada como ameaçada, embora uma espécie da re-

gião de Miranda – *Stenolebias bellus* – nunca mais tenha sido encontrada após sua descrição, nos anos 1990, com base nos 6 únicos exemplares então coletados.

No Alto Paraguai, dentre esses onze peixes anuais conhecidos até o momento, dez são endêmicos da bacia do Paraguai. Ou seja, eles ocorrem exclusivamente nas drenagens que escoam para o rio Paraguai, seja a partir do Brasil, Paraguai ou Bolívia. Apenas *Pterolebias longipinnis* tem uma distribuição mais abrangente, ocorrendo desde a ilha do Marajó até Corrientes, na Argentina. Esta espécie é remanescente da antiga conexão entre as bacias Amazônica e Paraguaia.

Todos são peixes pequenos, com cerca de 10 centímetros. Dentre as



A coloração dos machos é bem viva e chamativa (fotos à esq. e à dir. abaixo), para que consigam atrair as fêmeas mesmo nas águas turvas das poças (à dir.acima)



Trigonectes balzanii

Foto: Paulo Robson de Souza

dez espécies endêmicas, duas habitam as áreas dos planaltos de entorno do Pantanal: uma próxima à Serra de Maracaju e a outra, à Serra da Bodoquena. As demais ocorrem na planície pantaneira, onde podem ser encontradas nos mais diversos ambientes: em pequenas poças de chuva; nas caixas de empréstimo ao longo das estradas; nos campos alagados; em banhados adjacentes aos rios maiores e, fortuitamente, até mesmo em pegadas de vacas com

uma pequena lâmina d'água ou buracos de tatu inundados. Essa plasticidade no uso de ambientes provavelmente deriva de linhagens que tiveram de lidar com a frequência do pulso de inundação do Pantanal, ao longo de milhões de anos, tornando-se pouco exigentes quanto ao hábitat.

Assim como acontece em outras localidades e com peixes anuais de outros biomas, é possível encontrar mais de uma espécie anual em uma



Fotos: Francisco Severo-Neto

mesma área. No entanto, o mais característico no Pantanal, com frequência maior do que nos demais locais, é a convivência destes peixes com as espécies não-anuais. Sob esse aspecto, é possível separar dois distintos grupos na planície, tomando o Rio Paraguai como referência: os peixes anuais das áreas de inundação mais ao Norte e as espécies que habitam o finalzinho da área de influência da bacia do Alto Paraguai, onde se encontra o Pantanal do Nabileque e a única área de Chaco conhecida no Brasil.

Resultados preliminares obtidos nesta segunda região indicam a presença de espécies mais sensíveis quanto à presença de peixes não-anuais e cuja distribuição se restringe a poças menores, exclusivamente formadas por água de chuva e associadas a cobertura vegetal. Tal especificidade de hábitat, associada ao fato de a região concentrar a maior taxa de substituição da vegetação nativa por pastagens da bacia do Alto Paraguai pode acarretar na redução – e até mesmo desaparecimento – de certas populações de peixes anuais.

Pterolebias longipinnis



O contexto desfavorável torna fundamental um esforço de pesquisa para melhor compreensão sobre a distribuição e biologia básica destas espécies, de forma a mitigar os impactos das ações do homem sobre sua sobrevivência. Além de serem seres incríveis, que realçam a diversidade pantaneira entre as quase 300 espécies de peixes do Alto Paraguai, os anuais são reconhecidos como modelos notáveis para o melhor entendimento das nuances do envelhecimento em vertebrados. Há uma espécie afri-

cana, por exemplo, capaz de completar seu ciclo de vida em apenas 3 semanas! Sua curtíssima expectativa de vida ajuda os pesquisadores a compreender doenças humanas associadas à idade, como problemas cardiovasculares, câncer, artrite, catarata, osteoporose, diabetes e Alzheimer. É preciso, portanto, reconhecer a importância desses peixinhos e promover a conservação das poças onde essas magníficas espécies habitam, a fim de evitar que o fenômeno de anualidade se torne uma cabal data de validade.

ANFÍBIOS

DO SUBSOLO PARA OS HOLOFOTES DA CIÊNCIA

DESCOBERTA EM CORUMBÁ EM 2012 E RECONHECIDA COMO NOVA ESPÉCIE EM DEZEMBRO DE 2017, UMA RÃZINHA OVAL E FOSSORIAL É O PRIMEIRO VERTEBRADO A HOMENAGEAR O MUNICÍPIO

POR ALESSANDHER PIVA, ULISSES CARAMASCHI E NELSON RUFINO DE ALBUQUERQUE



Foto: Alessandher Piva
Elachistocleis corumbaensis

Onde fica



As rãzinhas do gênero *Elachistocleis*, da família *Microhylidae*, vivem a maior parte do tempo enterradas. É uma estratégia eficiente para prevenir a perda de água pela pele na prolongada estação seca do Brasil Central, quando a umidade do ar pode baixar a níveis perigosos para os anfíbios. Elas costumam emergir de seus esconderijos debaixo da terra apenas ao longo da estação chuvosa, para garantir a reprodução. E podem ser observadas principalmente após as fortes chuvas que costumam ocorrer entre os meses de novembro e março.

Boa parte das rãs dessa extensa família – com mais de 60 gêneros – são reconhecidas pela boca estreita, além da cabeça pequena e afilada, contrastando com o corpo redondo.

Em muitos lugares, são conhecidas por nomes comuns associados às suas características físicas como rã oval ou *narrow-mouthed frogs* (sapos de boca estreita). A maioria das 649 espécies conhecidas de *Microhylidae* são diminutas: seu tamanho varia entre 10 milímetros (1 cm) e 100 mm (10 cm). E elas se concentram na zona tropical: América do Sul, África, Madagascar, Sudeste da Ásia, Indonésia, Nova Guiné e Austrália. Porém ocupam ambientes muito diversos, de florestas úmidas a zonas desérticas.

Como acontece com as rãzinhas do gênero *Elachistocleis*, as mais de 680 espécies de sapos, rãs e pererecas conhecidas no mundo têm a pele extremamente sensível e permeável. Isso distingue os anfíbios dos demais

animais e os torna extremamente vulneráveis a variações ambientais no meio em que vivem. O exemplo mais conhecido é o aumento da radiação ultravioleta B, apontado como uma das causas do declínio das populações de anfíbios anuros (sem cauda) no planeta. Além disso, a perda de habitat e a degradação ambiental estão entre as maiores ameaças, afetando milhares de espécies.

Um risco presente (e crescente) no Estado de Mato Grosso do Sul é a degradação da borda oeste do Pantanal, sobretudo em áreas não inundáveis. Tal deterioração ambiental decorre de atividades humanas altamente impactantes – sobretudo para as populações de anfíbios – como é o caso de assentamentos rurais, sistemas agropastoris e mineração. Nessa região, a primeira e única unidade de proteção integral existente é o Parque Municipal de Piraputangas, localizado no Município de Corumbá, cujo território de 64.963 km² se insere quase integral-

mente (95%) no Pantanal. O parque é uma rara área protegida, que serve de refúgio local para diversas espécies de animais, incluindo 28 espécies de anuros.

Em 2015, a Fundação Grupo Botânico de Proteção à Natureza realizou a exposição “Sapos, pererecas e rãs do Parque Municipal de Piraputangas” no Museu Estação Natureza Pantanal, em Corumbá, com o objetivo de promover a educação e a conscientização ambiental. Os visitantes tiveram a oportunidade de conhecer as espécies de anfíbios locais e aprender sobre sua importância para o equilíbrio da biodiversidade e como indicadores da qualidade ambiental. Dentre os anfíbios exibidos, estavam as espécies de rãs ovais e fossoriais encontradas no Parque Municipal de Piraputangas, incluindo *Elachistocleis corumbaensis* (à época citada como *Elachistocleis* sp.), o primeiro vertebrado nomeado em homenagem à cidade de Corumbá e a quarta espécie do gênero catalogada para o Estado de Mato Grosso do Sul, ao lado de *E. bicolor*, *E. cesarii* e *E. matogrosso*. A nova espécie

foi registrada durante as coletas de mestrado do biólogo Alessandher Piva, ex-aluno do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PPGBA-UFMS). Ele estudou a “Diversidade de anfíbios anuros (Anura) em uma área de floresta estacional semidecidual no Parque Municipal de Piraputangas, em Corumbá, MS”, sob orientação de Nelson Rufino de Albuquerque, membro do corpo docente do curso de Ciências Biológicas do Campus do Pantanal da UFMS e professor/orientador do PPGBA.

Ao coletarem quatro indivíduos do gênero *Elachistocleis*, Piva e Albuquerque perceberam algumas diferenças em relação às espécies já conhecidas, juntamente com o especialista Ulisses Caramaschi, do Museu Nacional (Rio de Janeiro). As rãzinhas se distinguiam por sua morfologia (aparência externa) e coloração. Isso motivou o biólogo e os dois professores doutores a dar início a uma pesquisa com o intuito de descrever formalmente a espécie como nova para a Ciência. Após três anos de trabalho conjunto, o artigo científico com a descrição da espécie pantaneira de anfíbio anuro foi publicado em 25 dezembro de 2017, na revista *Phyllomedusa – Journal of Herpetology* (USP).

A rãzinha *E. corumbaensis* se difere das demais 18 espécies conhecidas do mesmo gênero por possuir uma combinação de características exclusivas. Dentre elas, destaca-se o tamanho, variando de 26,9 mm a 40,3 mm, um porte considerado entre médio e grande. A nova espécie ainda possui o ventre cinza ou marrom, com manchinhas brancas e manchas maiores amarelas ou creme. As manchinhas brancas sobre fundo escuro são mais numerosas nas laterais, separando as regiões dorsal e ventral. Em suas costas, de textura ligeiramente áspera, o tom também é acinzentado, mas todo pontilhado de branco, exceto por uma mancha alongada, de um cinza mais escuro, entre o meio do dorso e a parte pos-



Foto: Alessandher Piva

terior da cabeça. Nas articulações das patas traseiras (virilhas) e nas coxas, sobressaem faixas alaranjadas. Outra diferença importante é o fato de a rãzinha recém descrita possuir apenas um saco vocal, cinza escuro.

Até o momento, a nova rã oval foi encontrada apenas no Parque Municipal de Piraputangas, numa área de solo pedregoso, capins e ervas, com diversos laguinhos e charcos intermitentes, e no Maciço do Urucum, contíguo à área protegida. Ambas as regiões se situam na borda oeste do Pantanal, no município de Corumbá. A descrição desta espécie reforça a importância da proteção de áreas naturais por meio da criação das Unidades de Conservação. Estas contribuem para a manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos das populações protegidas, além de possibilitarem a proteção de espécies ameaçadas, de espécies raras e/ou pouco encontradas. E, claro, de espécies ainda desconhecidas pela Ciência, como até pouco tempo atrás era o caso de *Elachistocleis corumbaensis*.



Foto: Alessandher Piva



Foto: Arquivo pessoal



Os padrões diferenciados de coloração da rãzinha, no ventre (pág. à esq.) e no dorso (acima) chamaram a atenção de Alessandher Piva (ao lado), indicando a possibilidade de se tratar de uma espécie nova





rola-bosta (*Scybalocanthon* sp.) rolando fezes de queixada

Foto: Trond Larsen

ALIADOS (QUASE) INVISÍVEIS

DISCRETOS E POUCO CONHECIDOS, MAS EXTREMAMENTE ÚTEIS, SAPROXILÓFAGOS E ROLA-BOSTAS MERECEM MAIS ATENÇÃO DA PESQUISA, DOS PANTANEIROS E ATÉ MESMO DOS TURISTAS

POR SÉRGIO ROBERTO RODRIGUES, RAFAEL REVERENDO VIDAL KAWANO NAGAMINE E BRUNO MATEUS RIBEIRO DIAS

Sem alarde e sem chamar a atenção dos turistas observadores de fauna, besouros de variadas formas, cores e tamanhos trabalham – exaustiva e minunciosamente – nas extensas matas nativas, pastagens e áreas cultivadas com agricultura, no Pantanal do Mato Grosso do Sul e seus arredores. Nesses distintos ambientes ocorrem mais de vinte espécies de coleópteros da família Scarabaeidae, a família dos escaravelhos e de besouros vulgarmente conhecidos por seus hábitos alimentares e reprodutivos, como os saproxilófagos e os rola-bostas.

Representada por cerca de 30 mil espécies em todo o mundo, tal família inclui o sagrado escaravelho do Egito (*Scarabaeus sacer*), associado ao deus Kheftri, responsável

pelo movimento do sol, reverenciado em hieróglifos de pirâmides e outros monumentos egípcios, como protetor dos mortos em seu caminho para outra vida. Como os escaravelhos sagrados, saproxilófagos e rola-bostas constroem diariamente numerosos caminhos entre a degradação da matéria orgânica e o contínuo reviver da vegetação nativa, dos pastos naturais ou plantados e das lavouras.

O trabalho desses besouros é de extrema importância para a natureza, embora muitas vezes seja invisível aos olhos das pessoas que coabitam os mesmos ambientes por eles povoados. Esse grupo de insetos apresenta quatro fases de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto. Os adultos podem ser obser-



Besouros adultos (nos recortes) são mais fáceis de observar. Larvas e pupas (abaixo) ficam escondidas nos materiais em decomposição



Dichotomitus sp.

Fotos: Sérgio R. Rodrigues

vados com maior frequência, pois são atraídos por fontes luminosas e, portanto, chegam mais perto do homem. Ovos, larvas e pupas permanecem abrigados sob o solo ou dentro dos materiais em decomposição, por períodos de 6 a 12 meses. São mais difíceis de encontrar.

Nos ambientes de mata de cerrado, encontramos as espécies de Scarabaeidae associadas a madeiras em decomposição. É o grupo dos coleópteros conhecidos como saproxilófagos, aqueles que se alimentam de madeira em decomposição: *sapro* = em decomposição, *xilo* = madeira e *fagos* = que se alimenta de. Eles auxiliam no processo de decomposição, mastigando as partes mais duras da madeira (como a celulose e a lignina), e contribuindo, assim, para a reciclagem de nutrientes.

Normalmente as árvores ou os arbustos, que caem, secam e morrem, são colonizados pelos adultos desse importante grupo de insetos. Eles se alimentam da madeira e depositam seus ovos dentro de troncos e galhos apodrecidos. Quando eclodem, as larvas também utilizam esse material em decomposição para nutrição e ali dentro se desenvolvem. E mais:

em seu sistema digestivo, tais besouros ainda carregam um “exército” de bactérias especializadas em digerir as células mais resistentes, como a celulose. Assim, os processos de decomposição recebem imensa ajuda da fauna de coleópteros, apesar do excepcional serviço prestado à natureza e aos cultivos do homem muitas vezes passar despercebido.

Já nos ambientes de pastagens, rebanhos numerosos de animais herbívoros se alimentam de gramináceas e eliminam quantidades elevadas de fezes. No caso dos bovinos, em particular, as fezes constituem um microambiente importante para o desenvolvimento de nematoides e de moscas hematófagas, como a mosca-dos-chifres. Nematoides são vermes de corpo delgado, que habitam sobretudo solos e corpos d’água. Existem mais de 10 mil espécies cosmopolitas (encontradas em todo o mundo), parasitas de vegetais e de animais. Muitas delas causam sérios danos, constituindo verdadeiras pragas. As moscas hematófagas são aquelas que se alimentam de sangue, neste caso dos bovinos. E a mosca-dos-chifres é especialmente prejudicial, devido à sua enorme



Pelidnota sp.



capacidade de multiplicação e ao hábito de permanecer sobre os bovinos (aos milhares), alimentando-se de seu sangue por meio de picadas dolorosas. Causam estresse, perda de peso e de produtividade.

Mas em pasto onde existem rola-bostas, as fezes dos bovinos depositadas nas áreas de pastagens são também colonizadas por estes coleópteros da família Scarabaeidae. E os hábitos de tais besouros benéficos acabam por atrapalhar a proliferação dos nematoides e moscas parasitas, contribuindo para a saúde dos bovinos. O próprio nome vulgar – usado indistintamente para muitas espécies – funciona como explicação: os rola-bostas retiram pequenas porções das fezes dos bovinos, formam com elas uma pequena bolinha e saem empurrando essas bolinhas até os túneis previamente cavados na pastagem. O mesmo besouro cava vários túneis e os preenche com várias bolinhas. Esses depósitos servem tanto para a alimentação dos rola-bostas como para a deposição de seus ovos.

Uma vez enterradas nos túneis, as bolinhas deixam de oferecer as condições ideais para os parasitas. Eles não conseguem se desenvolver e morrem antes de chegar à fase adulta. Além disso, a distribuição das fezes nos túneis favorece a

Foto: Liana John



aeração dos solos em diversas profundidades; aumenta a matéria orgânica disponível para as plantas e acelera a reciclagem de nutrientes. Sem contar que as pastagens ficam mais limpas, na superfície.

Em geral, nos ambientes de pastagens pantaneiros, as várias espécies ocorrentes de rola-bostas podem ser encontradas nas mesmas placas de fezes de bovinos, utilizando e explorando esse microambiente para alimentação, reprodução e desenvolvimento. O papel desses besouros é considerado tão importante para o ambiente e para o controle de nematoides e moscas, que os fabricantes de pesticidas sistêmicos (ingeridos pelo gado) passaram a pesquisar fórmulas mais eficazes contra os parasitas, porém inócuas contra os coleópteros.

Pelos benefícios proporcionados aos ambientes de pastagens – com suas galerias; com o revolvimento das camadas dos solos e a incorporação de matéria orgânica em túneis e galerias – os rola-bostas são considerados componentes fundamentais na manutenção dos ecossistemas onde estão inseridos. E mais: como respondem de maneiras diversas aos impactos ambientais negativos, podem também ser considerados organismos

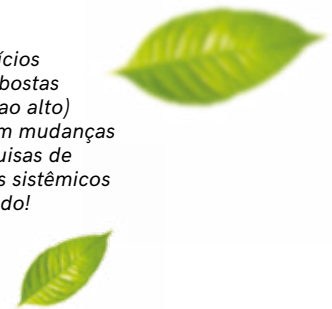
Pelidnota sp.



Foto: Paulo Robson de Souza



Os benefícios dos rola-bostas (acima e ao alto) inspiraram mudanças nas pesquisas de pesticidas sistêmicos para o gado!





Fotos: Projeto Tatu-Canastra

tatu-do-rabo-mole-pequeno (*Cabassous unicinctus*)

JÁ VIU ALGUM TATU-DE-RABO-MOLE?

ESSE ANIMALZINHO INCRÍVEL VIVE 99% DE SEU TEMPO NOS “SUBTERRÂNEOS” PANTANEIROS, CONTROLANDO FORMIGAS E CUPINS. E, QUANDO SAI, É RAPIDINHO, SÓ PARA TROCAR DE TOCA!

POR ARNAUD L. J. DESBIEZ, GABRIEL F. MASSOCATO, DANILO KLUYBER E NINA ATTIAS

TATU-DE-RABO-MOLE?!

Fala sério, quem já ouviu falar desse bicho? E quem, por um grande acaso, já teve o privilégio de ver um deles passar correndo de um buraco para outro, em pleno sol do meio dia?

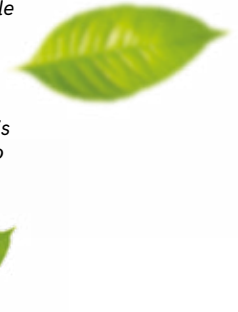
No mundo, atualmente são reconhecidas apenas 20 espécies de tatus. No Pantanal e seu entorno podem ser encontradas seis dessas espécies, sendo que duas são chamadas de tatu-de-rabo-mole. E rabo-mole por que? Diferente dos demais tatus, as caudas dos tatus-de-rabo-mole não são totalmente revestidas por escamas e, por isso, são mais maleáveis. Seus corpos também são bem flexíveis e de formato arredondado. As duas espécies têm focinhos redondos e achatados, como os de um porquinho. Os olhos são pequenos e as orelhas, grandes e redondas, parecendo até

“saltar” da cabeça. A fronte é coberta por escamas, formando um mosaico diferente em cada indivíduo, como uma impressão digital. Ambas as espécies têm grandes garras nas patas dianteiras (maiores de 3 cm) e, por isso, às vezes os adultos de rabo-mole são confundidos com filhotes de tatu-canastra.

As duas espécies presentes no Mato Grosso do Sul se distinguem pelo tamanho: o tatu-de-rabo-mole-grande (*Cabassous tatouay*) pesa cerca de 5 kg e o tatu-de-rabo-mole-pequeno (*Cabassous unicinctus*), em torno de 2 kg. Quando manuseados, ambos se encolhem e ficam ainda mais redondos. Por esta razão, em algumas regiões do Pantanal, são chamados indistintamente de tatu-bola, tatu-bolinha ou simplesmente bolinha. Algumas pessoas ainda se referem às duas espécies como tatu-de-rabo-de-sola.



O tatu-de-rabo-mole só sai da toca nas horas mais quentes do dia. Parece uma boa estratégia para evitar predação, pois os predadores estão descansando na sombra.



baixo da terra! Ele só se alimenta de formigas e cupins, tratando de cavar túneis e galerias por todo lado, sempre à procura dos insetos. Cavar é tão natural para a espécie que esse tatuzinho parece “nadar” através do solo, enquanto caça sua comida. Eventualmente – apenas uma ou duas vezes por dia – ele sai de seus túneis para a superfície, caminhando para se afastar um pouco da antiga galeria (uns 80 metros). Essas saídas são bem rápidas e logo ele já começa a cavar, mergulhando de novo embaixo da terra. Em média, cada saída dura 6 minutos e, no total de todas as saídas do dia, a tendência é permanecer somente 11 minutos na superfície. Por isso, é preciso ter mesmo muita sorte para avistar um tatu-de-rabo-mole andando por aí! Seja o grande ou o pequeno. Se algum dia conseguir flagrar um animalzinho desses fora da toca, considere-se uma pessoa bem sortuda!

Uma constatação curiosa dos pesquisadores foi o horário das saídas: o tatu-de-rabo-mole-pequeno só sai da toca nas horas mais quentes do dia. Quem conhece o calor pantaneiro pode achar péssima ideia a escolha dos “piores” horários. Mas esse comportamento tem suas vantagens, a começar pelo fato de os predado-

A equipe do Projeto Tatu Canastra estudou o comportamento do tatu-de-rabo-mole-pequeno por dois anos, na fazenda Baía das Pedras, no Pantanal da Nhecolândia. Não foi nada fácil: para estudar um animalzinho tão habituado a subterrâneos, é preciso encontrá-lo primeiro! Os sinais de ocorrência da espécie no local eram evidentes: suas tocas, fáceis de identificar, estavam por toda parte. Bem diferentes das feitas por outros tatus, elas têm uma entrada que é um montinho de terra ou areia, parecido com

um formigueiro, e uma saída no chão, na forma de um cilindro perfeito, como se fosse o buraco feito por um trado manual ou uma cavadeira!

Reconhecer as tocas e montar guarda por perto é uma coisa. Mas conseguir visualizar um tatu-de-rabo-mole é outra coisa, bem distinta. Centenas e centenas de horas de observação – de 10 indivíduos – foram necessárias para a equipe obter dados sobre a espécie e entender seus hábitos. Apesar de ser diurno, o tatu-de-rabo-mole-pequeno passa 99% de seu tempo em-



res estarem descansando à sombra da vegetação no meio do dia! Esta é uma boa estratégia para uma espécie muito vulnerável à predação. Além de se encolher e tentar proteger as partes mais vulneráveis do corpo (mesmo sem contar com uma carapaça tão resistente quanto a de outros tatus), a única defesa dos tatus-de-rabo-mole contra predadores é cavar velozmente, desaparecendo solo abaixo.

A maneira de cavar, por sinal, é outra curiosidade da espécie: o animalzinho é uma pequena escavadeira, com patas fortes e longas unhas adaptadas para abrir buracos. Enquanto revolve o solo, jogando a terra solta para trás, ele vai girando o corpo, formando o cilindro perfeito observado em suas tocas diferenciadas. Graças a tais adaptações para a escavação, ele pode desaparecer debaixo da terra menos de um minuto após começar a cavar. As patas e unhas adaptadas para a escavação também são muito úteis para quebrar os duros cupinzeiros e chegar ao alimento.

Uma das observações mais gratificantes e surpreendentes do estudo realizado foi o nascimento de um filhote, registrado cientificamente pela primeira vez. O tatu-de-rabo-mole-pequeno não volta para o mesmo buraco, quase nunca. Por isso chamou a atenção o comportamento de uma fêmea, ao ser observada voltando para o mesmo buraco durante 22 dias seguidos. Que surpresa, no vigésimo segundo dia, ao vê-la emergir da toca acompanhada de um pequeno filhote! Ambos saíram em busca de outra toca e passaram a repetir uma rotina de troca de tocas a cada 15 dias. Aos 4 meses, o filhote ficou independente e dispersou.

Assim como outros tatus, os de rabo-mole têm hábitos solitários, ou seja, vivem sozinhos a maior parte de sua vida. Então, quando um macho e uma fêmea apareceram andando juntos por um tempinho, desconfiávamos de algo relacionado à reprodução. Quatro meses

mais tarde, essa fêmea também começou a reutilizar o mesmo buraco por vários dias e cresceu a expectativa de conhecer um novo filhote. Mas, nesta segunda vez, o tempo de espera foi mais longo: a mãe demorou 52 dias para sair da toca com seu filhote pela primeira vez. Nas duas observações, ambas as fêmeas de tatu-de-rabo-mole pequeno tiveram um único filhote.

Por seu tamanho diminuto, o tatu-de-rabo-mole-pequeno não precisa de muita área para viver. Cada indivíduo ocupa em média 1 km². A espécie consegue povoar alguns ambientes alterados pelo homem, como pastagens, porém não sobrevive a certas práticas em campos cultivados, como a subsolação ou a gradeação profunda, que atingem esses tatus, causando sua morte. Assim como diversos outros mamíferos silvestres de pequeno e médio porte, os tatus-de-rabo-mole são ameaçados – e caçados – por cachorros domésticos ou ferais (isto

é, cães domésticos abandonados que voltam a ter comportamento selvagem). Um dos dez indivíduos observados durante o estudo do Projeto Tatu Canastra foi predado por um cão doméstico, quando este seguia um boiadeiro. E como os tatus não são muito ligeiros, se comparados aos veículos, eles também são vítimas de atropelamentos ao tentar atravessar estradas.

Mesmo sem ninguém perceber, os dois tatus-de-rabo-mole – pequeno e grande – prestam serviços ambientais importantes para os fazendeiros, controlando formigas e cupins. Eles ainda ajudam a descompactar o solo, por “nadar” embaixo da terra, cavando seus túneis e galerias. Embora pouco conhecidas, as duas espécies da megadiversa fauna brasileira são aliadas do homem. Talvez um desses animais extraordinários esteja agora mesmo embaixo de seus pés, “trabalhando” silenciosamente pelo equilíbrio da natureza!

Assista dois vídeos do tatu-de-rabo-mole-pequeno cavando, ambos gravados pela equipe do Projeto Tatu Canastra.

www.youtube.com/edit?o=U&video_id=2_P_A1epigw

www.youtube.com/edit?o=U&video_id=6ZGj2h_tl5A









vitória-régia (*Victoria amazonica*)

B I O D I V E R S I D A D E

A RIQUEZA VEM DE FORA

PLANTAS E ANIMAIS ENCONTRADOS EM DIVERSOS AMBIENTES DO PANTANAL SÃO TESTEMUNHOS DA INFLUÊNCIA DE ECO-REGIÕES VIZINHAS, COMO AMAZÔNIA, CERRADO, CHACO, FLORESTA CHIQUITANA E MATA ATLÂNTICA

POR WALFRIDO M. TOMAS, ALESSANDRO PACHECO NUNES, SUZANA MARIA DE SALIS, VANDA LUCIA FERREIRA, MARIA ANA FARINACCIO E DIEGO JOSÉ SANTANA

Parte da famosa riqueza de flora e fauna do Pantanal pode ser creditada ao conjunto diversificado e altamente produtivo de ambientes da planície, com fartura de água e nutrientes para as mais variadas espécies: pastagens nativas, baías, salinas (lagoas de água salobra), lagoas com ou sem plantas aquáticas, corixos (canais naturais de escoamento das cheias, temporários ou permanentes), matas, campos sujos, cordilheiras (elevações de 1 a 2 metros, formando cordões arenosos onde predominam ambientes florestais), brejos, vazantes e assim por diante. É preciso reconhecer, no entanto, a contribuição de elementos da biodiversidade de várias outras eco-regiões da América do Sul, bem adaptadas a determinadas condições do Pantanal, ainda que algumas espécies sejam naturalmente raras ou se mantenham restritas a microambientes muito particulares.

A presença de fauna e flora oriundas de outros ecossistemas aumenta a variedade de animais e vegetais

no Pantanal. E essa riqueza ímpar deve ser conhecida e celebrada. Em qual outro lugar seria possível encontrar as amazônicas vitórias-régias floridas, cobrindo uma área inundada e, a menos de 100 metros, visualizar enormes cactos típicos dos cerrados mais secos, distribuídos pelas encostas? Onde mais se poderia observar animais cujos habitats originais são de difícil acesso ou estão em países vizinhos, como é o caso da tiriba-de-cauda-vermelha, ave originária de matas secas da Bolívia? Ou destacar na paisagem brasileira a *carandilla*, palmeira do Chaco que até recentemente era considerada extinta por aqui? Ou ainda ver passar um réptil genuinamente paraguaio, como a *bilbola* ou víbora, um lagarto aquático, de grande porte, erroneamente considerado venenoso? Só mesmo a diversidade de microambientes da planície pantaneira para abrigar todos eles!

Dentre as regiões de influência sobre o Pantanal – de onde provém essa biodiversidade “extra” – desta-



jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*)

Foto: Liana John

chuveirinho (*Pepalantus chiquitensis*)

O jacaré veio do Chaco e se espalhou por todo o Pantanal, enquanto o chuvaerinho é uma planta restrita na origem - as áreas úmidas do Cerrado - e no destino - o sul da Nhecolândia.



cam-se a Amazônia, o Cerrado, o Chaco e a Mata Atlântica, embora espécies típicas de outras eco-regiões, como a Floresta Chiquitana da Bolívia, também cheguem à planície. As espécies de ecossistemas vizinhos, bem distintos entre si, atualmente ocorrem junto com as espécies pantaneiras no bioma, ou seja, na planície de inundação e em seus morros isolados. Embora originalmente “forasteiras”, elas colonizaram o Pantanal naturalmente, ao longo de milênios, e hoje são consideradas nativas. Neste contexto de “naturalização”, um detalhe que chama atenção é o fato de muitas serem consideradas espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, com distribuição relativamente restrita nas eco-regiões de origem, e estabelecidas em áreas igualmente limitadas no Pantanal.

Entretanto, a mesma varieda-

de de características físicas e ecológicas que favoreceu a instalação dessas espécies também limitou – e ainda limita – um número enorme de outros animais e plantas, aos quais faltam condições adequadas para se estabelecer. E, assim, o Pantanal também funciona ao revés: como um filtro, selecionando os organismos com maior capacidade de adaptação. As condições limitantes geralmente são temperatura, precipitação, solos, período e extensão das inundações e instabilidade ecológica, entre outras.

No mundo vegetal, podemos encontrar exemplos bem evidentes deste padrão de ocorrência, como a já mencionada vitória-régia (*Victoria amazonica*), talvez a mais conhecida planta de origem amazônica presente no Pantanal. Ela ocorre apenas ao longo do rio Paraguai e por ali chega até os países vizinhos: Paraguai e

cacto globuloso (*Gymnocalycium mihanovichi*)



cambarazais (*Vochysia divergens*)



Do Chaco vieram os cactos globulosos, com suas flores acetinadas (acima à esq.), e o macaco-boca-d'água (ao lado). Já os cambarás (acima à dir.) saíram da Amazônia para florir em cambarazais amarelos à beira dos rios pantaneiros



macaco-boca-d'água (*Callicebus pallescens*)





norte da Argentina. A Amazônia é também a origem do cambará (*Vochysia divergens*), árvore pioneira das beiras de rios e outros locais inundáveis, cujas sementes são disseminadas pelo vento e pelas águas, às vezes formando florestas dominadas pela espécie, chamadas de cambarazais.

Da Floresta Chiquitana – mata tropical seca cuja maior extensão está na Bolívia – vem uma espécie rara e pouco conhecida pelo público: o milho-de-cobra ou maquiné (*Zamia boliviana*). Ela pertence à família das cicadas (Cycadaceae), muito usadas em paisagismo. Esta espécie, em particular, é considerada ameaçada de extinção pela União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN). E só ocorre nos cerrados e matas secas da metade norte do Pantanal de Cáceres, no Mato Grosso.

Já o carandá (*Copernicia alba*) – palmeira típica do Chaco úmido – tem ampla distribuição na Argentina e no Paraguai, bem como dentro do Pantanal. Do Chaco ainda é proveniente a população relictual da palmeira *carandilla* (*Trithrinax schizophylla*), acima destacada, hoje restrita à região sul do Pantanal, municípios de Porto Murtinho e Co-

rumbá, no estado de Mato Grosso do Sul. O termo relictual, vale notar, deriva de relíquia e se aplica a populações de espécies extremamente restritas em função das alterações ambientais causadas pelo homem, porém resilientes.

A mesma origem chaquenha têm o algarobo (*Prosopis ruscifolia*) e o quebra-branco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), duas árvores comuns no Paraguai, na Argentina e no Uruguai, encontradas apenas no sul do Pantanal, principalmente na região do Nabileque e em Porto Murtinho. A lista de espécies chaquenhas inclui também as trepadeiras do gênero *Araujia*, cujo centro de diversidade é o Chaco. Na Argentina, as 12 espécies do gênero são conhecidas, coletivamente, como *tasi* ou *doca*. Dessas, seis espécies são abundantes em Porto Murtinho e também ocorrem em Corumbá, nos arredores da cidade, próximo à Base de Estudos do Pantanal e na estrada para o Forte Coimbra. Completando os exemplos do Chaco estão os cactos e, entre eles, chamam atenção: os grandes, da espécie *Stetsonia corynae*, e os globulosos, como *Gymnocalycium mihanovichi* com suas flores de aspecto acetinado.

Do Cerrado, cuja vegetação in-

fluencia a maior parte do Pantanal, muitas espécies são bem comuns. Só algumas apresentam distribuição restrita e pouco conhecida, caso do coquinho indaiá (*Attalea geraensis*), registrado no Pantanal em poucos locais da região do Paiaguás, nos municípios de Coxim e Corumbá (MS). A quina (*Vochysia cinnamomea*) é outra espécie do Cerrado de distribuição restrita na planície pantaneira. Ocorre também em Paiaguás e numa faixa mais ao leste da Nhecolândia. Infelizmente, esta região encontra-se muito impactada pela intensificação da pecuária, pouco restando da vegetação original. Em alguns locais, a quina se desenvolve como uma bela árvore de até 7 metros de altura, embora, em outros, pareça mais com uma moita, de 1,5 metro.

Mais uma espécie de grande beleza, mas restrita e raramente encontrada no Pantanal é o chuveirinho (*Pepalantus chiquitensis*), típico de áreas úmidas do Cerrado, registrado no sul da Nhecolândia. E há ainda o cajuzinho (*Anacardium humile*), arbusto muito comum no domínio do Cerrado no Planalto Central, cuja ocorrência na planície pantaneira limita-se às áreas de solos arenosos no centro e leste do Paiaguás e da Nhecolândia. Para não esquecer das plantinhas menores, é digna de menção uma erva volúvel de diminutas flores púrpuras (*Petalostelma robertii*), encontrada em áreas de cerrado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, assim como nas bordas da floresta semidecidual, no Pantanal.

Entre as espécies da fauna originárias de outras eco-regiões, é forte a influência exercida pelo Chaco na comunidade de aves, no Pantanal. Vêm de lá representantes de numerosos gêneros, como rapazinho-do-chaco (*Nystalus striatipectus*), pica-pau-de-testa-branca (*Melanerpes cactorum*), pica-pau-de-barriga-preta (*Campephilus leucopogon*), maria-preta-acinzentada (*Knipolegus striaticeps*), tesoura-do-campo (*Alectrurus risora*), caboclinho-de-iberrá (*Sporophila iberaensis*), batuqueiro-

-chaquenho (*Saltatricula multicolor*) e capacetinho (*Microspingus melanoleucus*), bem como o arancuã-do-chaco (*Ortalis canicollis*) e o periquito-de-cabeça-preta ou príncipe-negro (*Aratinga nenday*).

Vale destacar igualmente uma subespécie chaquenha de veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*), de ampla distribuição no Pantanal, mas limitada à região, do lado brasileiro. O macaco boca-d'água (*Callicebus pallescens*) também vem do Chaco e tem sua distribuição no Pantanal restrita à borda oeste, na região de Corumbá e da Serra do Amolar. E não se pode esquecer os três anfíbios icônicos: a perereca-da-folhagem-chaquenha (*Phyllomedusa sauvagii*), o sapo-de-chifre (*Ceratophrys cranwelli*) e o super colorido sapo-preto-e-amarelo (*Melanophryniscus klappenbachi*). Todos eles são facilmente observados em áreas úmidas pantaneiras. Sem contar o já mencionado lagarto aquático, conhecido como víbora ou bilbola (*Dracaena paraguayensis*), que se alimenta exclusivamente de caramujos. De certa forma, até mesmo o abundante jacaré do Pantanal (*Caiman yacare*) pode ser considerado uma espécie de origem chaquenha.

Da Floresta Chiquitana da Bolívia, além da citada tiriba-de-cauda-vermelha (*Pyrrhura molinae*), vale notar a presença em terras pantaneiras do beija-flor rabo-branco-de-barriga-fulva (*Phaethornis subochraceus*), da choca-da-bolívia (*Thamnophilus sticturus*) e do garrincha-do-oeste (*Cantorchilus guarayanus*). Como muitas outras que ocorrem no Pantanal, essas espécies podem ser atrativas para os observadores de aves.

Do Cerrado, o Pantanal “empresta” mamíferos como a raposinha-do-campo (*Lycalopex vetulus*) e o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*). Mas também uma enorme diversidade de aves, entre as quais podemos mencionar o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), o jacu-de-barriga-castanha (*Penelope ochrogaster*) e o campainha-azul (*Porphyrospiza caerulescens*).

Fotos: Diego J. Santana



sapo-preto-e-amarelo (*Melanophryniscus klappenbachi*)



jararaca-de-barriga-pintada (*Bothrops matogrossensis*)

Entre os anfíbios e répteis do Pantanal, a maior parte é associada com espécies de ampla distribuição no Cerrado, mas vale destacar a jararaca-de-barriga-pintada (*Bothrops matogrossensis*) que está distribuída em toda a planície pantaneira.

Quanto aos elementos da fauna amazônica, estão presentes principalmente nos planaltos residuais dentro dos limites do Pantanal, onde há vegetação mais densa. Nesses locais é possível observar o colorido sapo-venenoso (*Ameerega picta*), assim como a perereca-dormideira (*Boana geographica*). Entre as aves, podemos citar espécies como a jacutinga-cujubi (*Aburria nattereri*), o mutum-cavalo (*Pauxi tuberosa*), o ga-

vião-do-igapó (*Helicolestes hamatus*), o picapauzinho-dourado (*Picumnus aurifrons*) e o anambé-preto (*Cephalopterus ornatus*). Além destes, a pequena tartaruga muçua (*Kinosternon scorpioides*) já foi registrada na região baixa na borda oeste do Pantanal, município de Corumbá.

A Mata Atlântica exerce pouca influência na comunidade de aves no Pantanal. De modo geral, grande parte dos elementos atlânticos cessam suas distribuições para oeste nas florestas estacionais semidecíduas do sul do Mato Grosso do Sul, oeste do Paraná, Paraguai oriental e extremo nordeste da Argentina. No entanto, algumas espécies com centro de distribuição atlânti-





co estendem sua área de ocorrência até a planície pantaneira. Neste contexto estão inseridas espécies como o benedito-de-testa-amarela (*Melanerpes flavifrons*), o pica-pau-de-cabeça-amarela (*Ceuleus flavescens*) e o tangará (*Chiroxiphia caudata*).

Vindos do outro lado, os elementos andinos são igualmente raros na comunidade de aves pantaneira. Porém um visitante migra para leste, para o Pantanal e planaltos de entorno, após passar o período reprodutivo ao longo da pré-cordilheira dos Andes: o rei-do-bosque (*Pheucticus aureoventris*), um elegante cantor de casaca preta e barriga amarela.

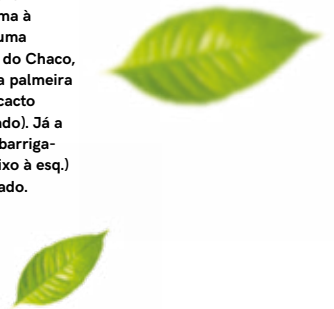
Os variados exemplos de flora e fauna, aqui citados, mostram bem a

contribuição valiosa de cada um dos grandes ecossistemas vizinhos para a biodiversidade pantaneira. O Pantanal representa um limite de distribuição de diversas destas espécies, o que torna relevante a conservação de suas populações e de seus habitats na planície. As populações localizadas em limites geográficos das áreas de ocorrência de suas espécies podem apresentar uma capacidade maior de adaptação a condições ambientais diferenciadas. Com isso, tornam-se importantes do ponto de vista genético, pois podem conter indivíduos capazes de sobreviver em contextos de mudanças climáticas globais ou de outras ameaças à espécie. Mesmo raras ou de distri-

buição restrita, as espécies “naturalizadas” pantaneiras podem um dia se provar fundamentais para a conservação e recuperação de todos os biomas de onde vieram!

Neste sentido, o Pantanal é um depósito de biodiversidade com grande relevância, não só regional, mas sul americana e até mesmo global!

O sapo-preto-e-amarelo (acima à esq.) é mais uma contribuição do Chaco, assim como a palmeira carandá e o cacto grande (ao lado). Já a jararaca-de-barriga-pintada (abaixo à esq.) veio do Cerrado.





COOPERAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

UM COMPLEXO SISTEMA DE COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES GARANTE SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA, AMBIENTAL E SOCIAL ÀS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DO PANTANAL

POR RAFAEL MORAIS CHIARAVALLOTTI

O Pantanal é um ambiente complexo. E os pantaneiros precisam buscar mecanismos igualmente complexos para sobreviver. Soluções simples para ambientes assim, desafiadores, jamais funcionaram ou funcionarão. “No Pantanal, quem não tem criatividade, morre!”, costuma dizer a pesquisadora Zilca Campos, da Embrapa. Isso vale tanto para pesquisadores, quanto para pantaneiros – embora, no segundo caso, o sentido seja literal.

Desde 2012, venho estudando pescadores e coletores de iscas da Borda Oeste do Pantanal. O objetivo é tentar entender como a pesca artesanal é realizada na região e como as pessoas se organizam, além de avaliar a sustentabilidade de suas atividades, verificando se existem indícios de impactos negativos pre-ocupantes ou se o manejo pratica-

do pelos comunitários é suficiente e deve ser apoiado.

Para coletar os dados, minha estratégia foi morar com os comunitários entre 2014 e 2016. Adotei basicamente duas práticas: em primeiro lugar, propus um mapeamento participativo, por meio da distribuição de celulares com um aplicativo chamado Sapelli. O aplicativo foi desenvolvido para permitir que os ribeirinhos pudessem registrar as regiões onde pescam e o período do ano no qual pescam. Em segundo lugar, adotei o que os antropólogos chamam de observação participante: acompanhar as pessoas em seu dia a dia; conversar com elas; entender a história de cada uma e a dinâmica das famílias. E, principalmente, compreender como fazem para ter sucesso na pesca.

Primeira lição aprendida: pescar



Cada pescador explora uma área (acima) e compartilha informações com a comunidade (próx. pág. à dir.). Com um localizador de celular (próx. pág. à esq.) e observação participante (próx. pág. abaixo), o pesquisador estuda o complexo sistema de pesca artesanal

(peixe ou isca) é uma profissão estressante. Muito! O pescador acorda, toma café da manhã e então decide para onde irá, procurar peixe. Se optar pelo lugar errado, pode gastar combustível e voltar sem nada para vender; um prejuízo grande. E adivinhar onde está o peixe, em meio à dinâmica das águas pantaneiras, é uma tarefa extremamente complicada.

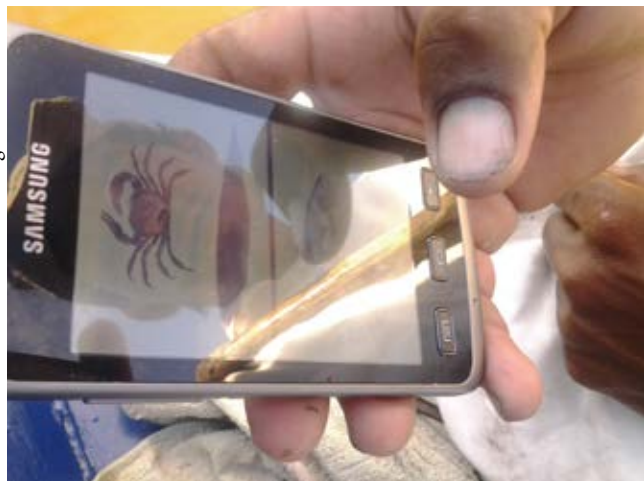
Anualmente, uma grande enchente inunda até 80% dos 160.000 km² do Pantanal. No entanto, as características dessa cheia sempre mudam. As áreas inundadas neste ano não são iguais às do ano anterior e, com certeza, serão diferentes no ano seguinte. Basicamente, é impossível prever quais áreas terão mais ou menos água. A inundação também funciona em pulsos (ou ondas) levando cerca de quatro meses para atravessar todo o bioma. O exato momento de chegada da “onda” e seu tempo de duração em um determinado local, é igualmente impossível prever. O ponto principal é que a pesca no Pantanal deve ser feita quando as águas começam a baixar. Assim, como a onda de inundação se move no espaço, as pessoas também precisam se mover constantemente.

Para complicar um pouquinho mais, muitas baías ou lagos ficam

fechados pela vegetação flutuante (aguapés), e isso impede o acesso dos pescadores. Segundo nossas avaliações, algumas regiões de pesca comunitária chegam a ter 75% de todos os seus corpos de água travados por aguapés, algo como 50% da área de pesca. Vale lembrar que essa vegetação também se move constantemente e, de maneira imprevisível, bloqueia ou desbloqueia baías ao longo do ano.

A conclusão disso tudo é que, a cada semana, o ribeirinho é obrigado a apostar num novo local de pesca, considerando que nem todas as baías, lagos ou braços de rio têm peixe ou isca e, dentre aquelas com boas chances de ter, muitas estão fechadas pela vegetação. As possibilidades (ou impossibilidades) são numerosas. Segundo as nossas estimativas baseadas em imagens de satélite e entrevistas, a cada semana, em um universo de 400 possibilidades, apenas duas ou três baías ficam propícias para pesca. Acertar quais são é como jogar na loteria. Mas existe uma diferença essencial: não ser sorteado pode significar passar fome.

Como digerir tamanha invisibilidade (e logo após o café da manhã)? O fato é que os pantaneiros vivem nessa região há centenas de



anos e muitos sobreviveram e sobrevivem da pesca. Ou seja, apoiados em um sistema tradicional, cuja base é um alto nível de reciprocidade de informação, eles encontraram uma maneira. Funciona assim: um grupo de pescadores sai para pescar e todos procuram peixe ou isca. À tarde, reúnem-se para trocar informações sobre os locais escolhidos, o que viram e o que pegaram. Todos compartilham suas experiências. Então tomam decisões sobre a melhor área de pesca naquele momento. No dia seguinte, alguns vão pescar na área definida como promissora no dia anterior. E outros testam áreas diferentes. Na volta, novamente se reúnem para mais uma rodada de discussão sobre a pesca, regada a sabedoria tradicional e tereré (mate com água gelada, tomado na bombilha). Esse processo é repetido ao longo de todo o ano, e pode ser considerado uma herança de centenas de anos. Funciona como uma loteria em que cada um acrescenta um número. Sozinho ninguém ganharia nada. No entanto, juntos, eles montam uma aposta certa e podem dividir o prêmio.

Esses mecanismos de saber coletivo são chamados de Sistemas Adaptativos Complexos. Entre os pantaneiros, não existe uma decisão central sobre o local ideal para pescar, mas ações baseadas no comportamento e nas informações do outro, dos muitos ou-



tros. Juntos, todos contribuem para o grupo afinar uma adaptação em relação ao ambiente. Ao lado de outros pesquisadores dos Estados Unidos, Europa, Ásia e África estamos desenvolvendo novas teorias com base em sistemas semelhantes ao Pantanal, o que poderá servir para criar ferramentas de manejo mais adequadas à complexidade ecológica e social de alguns ecossistemas e biomas.

Na Borda Oeste do Pantanal, o sistema de pesca compartilhado pelos comunitários assegura um mecanismo sustentável de uso de recursos naturais. Segundo mostram os dados coletados em várias pesquisas – incluindo a aqui descrita – não existem indícios de que a pesca feita pelas comunidades locais tenha diminuído a quantidade ou o tamanho dos peixes. O sistema rotativo permite uma constante recolonização dos peixes nos corpos d'água e o uso sustentável da área,

graças, principalmente, aos refúgios de peixe (garantidos pelas barreiras de aguapés).

O maior problema para tal sistema funcionar é a capacidade de as pessoas das comunidades se deslocarem em grandes áreas, algo em torno de 30 a 40 mil hectares (na região do presente estudo). Nesse sentido, a criação de áreas protegidas – como Reservas de Desenvolvimento Sustentáveis (RDS) – pode ser uma contribuição importante. Ainda inexistente no Pantanal, esse tipo de reserva estimularia o desenvolvimento de mecanismos de manejo adaptados ao ambiente complexo do Pantanal.

Os comunitários conseguiram otimizar a pesca de maneira sustentável, com sua criatividade e o conhecimento gerado pela observação. Precisamos agora de gestores e tomadores de decisão igualmente criativos e capazes de valorizar esse conhecimento tradicional.





B I O D I V E R S I D A D E

DE OLHO NAS MUDANÇAS

PROGRAMA DE PESQUISA MONITORA AS RELAÇÕES ENTRE BIODIVERSIDADE, USOS DO SOLO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM LONGO PRAZO, NO PLANALTO DA BODOQUENA. E OS PRIMEIROS RESULTADOS JÁ PODEM INFLUENCIAR POLÍTICAS PÚBLICAS

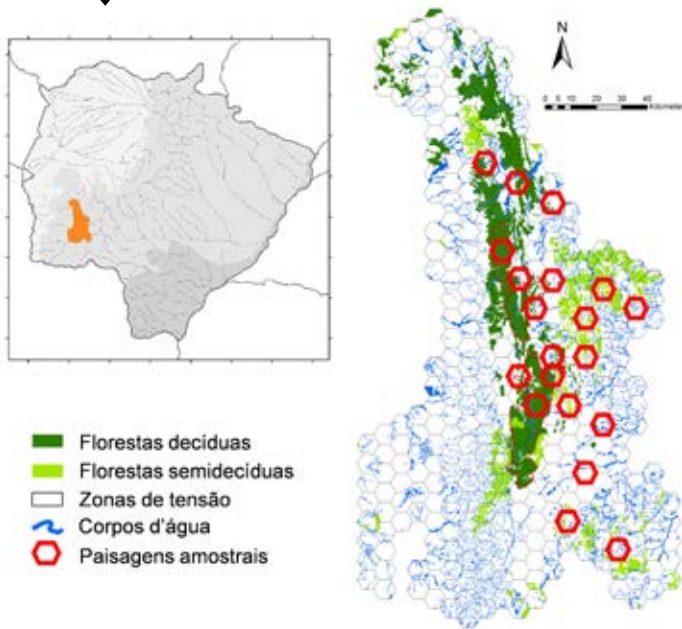
POR FRANCO L. SOUZA, ERICH FISCHER, ALAN F. ERIKSSON, ALÊNÝ L. FRANCISCO, ANA LINO, ANDRÉA C. ARAUJO, BO DALSGAARD, BRUNO T. MARTINEZ, CAMILA S. SOUZA, CARMEN S. L. L. DIONÍSIO, CAROLINA F. SANTOS, CIBELE S. RIBEIRO-COSTA, CLAUDENICE FAXINA, CYNTIA C. SANTOS, DANIEL W. CARSTENSEN, DANILO B. RIBEIRO, ELAINE C. CORREA, FABIO P. BOLZAN, FRANCISCO VALENTE-NETO, GUSTAVO GRACIOLLI, ISABEL MELO VASQUEZ, JOSE M. OCHOA QUINTERO, JOSÉ SABINO, MARCIEL E. RODRIGUES, MARIA J. RAMOS-PEREIRA, MAURÍCIO SILVEIRA, NEDER L. O. MORALES, OLIVIER PAYS-VOLARD, PIERRE C. RENAUD, POLIANA F. ARAÚJO, RAFAEL D. GUARIENTO, RICARDO KOROIVA, RUDI R. LAPS, SAMUEL DULEBA, URIELTON M. MONTEIRO, FABIO O. ROQUE

Que os usos do solo e as mudanças climáticas influenciam a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos não há qualquer sombra de dúvida. Mas quais são exatamente essas influências? Existem espécies mais vulneráveis? Há espécies capazes de se adaptar? Podemos aprender com elas? Quais ecossistemas e serviços ambientais são mais

afetados? Podemos evitar ou minimizar os impactos negativos? Como, quando e onde intervir?

Em se tratando de mudanças globais, não faltam perguntas ainda sem respostas. Por isso, é preciso conhecer e monitorar em longo prazo as interações entre as espécies e das espécies com o ambiente, na tentativa

PAISAGENS AMOSTRAIS



de descobrir alguns caminhos a seguir. Estudos desse tipo – sobre como as mudanças ambientais influenciam a biodiversidade e serviços ecossistêmicos – são o foco do programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração no Planalto da Bodoquena (PELD – Bodoquena). Dele fazem parte mais de 30 pesquisadores, do Brasil e do exterior.

No Brasil, o PELD corresponde a uma rede de 32 sítios de referência, chancelados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). E a rede brasileira é parte da rede mundial ILTER (*International Long-Term Ecological Research*), com mais de 600 sítios distribuídos em todos os continentes, inclusive a Antártida. A rede ILTER representa iniciativa internacional para reunir dados e estudos voltados aos desafios globais de conservação e aumento da qualidade de vida humana.

O Planalto da Bodoquena é o único sítio da rede PELD em Mato Grosso do Sul, implementado em 2013 com financiamento da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect). Os pesquisadores estão de olho tanto em regiões com intenso uso do solo como em áreas muito preservadas; observando desde os fatos de momento até processos de maior du-



acuri
Foto: Liana John



bruquíneo
Foto: Urielton Monteiro

BESOIRO X PALMEIRAS

O foco, neste caso, foi identificar os besouros da subfamília Bruchinae, que se desenvolvem em sementes de bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) ou acuri (*Scheelea phalerata*). Devido à sazonalidade da frutificação, indivíduos imaturos e adultos do besouro *Pachymerus nucleorum* foram mais frequentes em frutos de bocaiúva. Porém nos frutos do acuri foi observada uma proporção maior de evidências de predação por bruquíneos, como os orifícios de entrada das larvas e os de saída dos indivíduos adultos. A bocaiúva é abundante em paisagens abertas, como pastagens, enquanto os acuris são encontrados com maior abundância em bordas de fragmentos florestais. Essa diferença pode explicar a preferência dos besouros em predação frutos de acuri.

bocaiúvas

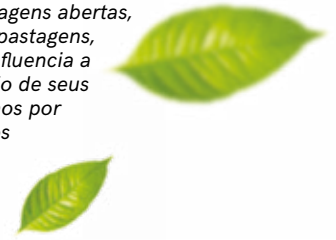


Foto: Urielton Monteiro

ração, mais todos os intermediários possíveis, em termos de espaço e tempo. Ou, como dizem os cientistas, os estudos visam a compreensão da dinâmica biológica ao longo do gradiente de paisagens, em ampla escala espacial e longa série temporal. E como as primeiras pesquisas podem levar a alterações no rumo dos estudos, o sítio PELD – Bodoquena iniciou com um conjunto de projetos, mas se mantém aberto para a eventual inserção de novas questões.

O Planalto da Bodoquena foi escolhido por contemplar ecossistemas raros e uma das maiores áreas contínuas de floresta estacional decidual (na qual a maioria das árvores perde folhas durante o inverno) e semidecidual (na qual parte das árvores perde folhas durante o inverno) do Brasil. É considerada uma das áreas cársticas (com corrosão de rochas calcárias, formando grutas e cavernas) mais

Palmeiras bocaiúva são mais abundantes em paisagens abertas, junto a pastagens, e isso influencia a predação de seus coquinhos por besouros



AVES

O estudo das comunidades de aves, e de suas interações com as plantas, ajuda a entender as consequências das alterações da paisagem, na região da Serra da Bodoquena. Já foram observadas mudanças das espécies de aves presentes, em função do gradiente de cobertura florestal. Muitas das 301 espécies de aves registradas na região se mostraram dependentes de paisagens pouco modificadas, o que pode refletir no equilíbrio e na manutenção das florestas em longo prazo, incluindo os remanescentes.



BORBOLETAS

Foto: Poliana Felix **Família Charaxinae**

Um inventário da fauna de borboletas frugívoras (que se alimentam de frutas) na Serra da Bodoquena registrou 63 espécies. Aquelas que vivem no sub-bosque (a parte de baixo das matas) são em maior número do que as encontradas no dossel (na altura das copas das árvores). A composição de espécies de borboletas diferiu entre

os dois ambientes (57 e 46 espécies, respectivamente), com algumas espécies exclusivas apenas a um dos ambientes. Tais resultados indicam a importância da disponibilidade de habitats diferentes para a manutenção da riqueza de borboletas na região, pois ambientes diversos abrigam espécies próprias e funcionalmente distintas.

Foto: Rudi R. Laps

tiriba-fogo



ARARAS, PAPAGAIOS E PERIQUITOS

A maioria das 17 espécies de araras, papagaios e periquitos presentes na Serra da Bodoquena não responde às alterações de habitat. Em geral, a riqueza (número de espécies) e a abundância (número de indivíduos) de psitacídeos não apresentaram relação evidente com a cobertura florestal da paisagem. Algumas espécies, porém, são particularmente sensíveis à redução das florestas, caso da tiriba-fogo (*Pyrrhura devillei*). Modificações na paisagem ainda podem ter consequências drásticas para espécies com menor capacidade de dispersão e/ou dependentes de florestas para sua reprodução.

importantes da região Neotropical, possuindo muitas espécies endêmicas (que só existem ali) e nascentes que drenam para o Pantanal. A natureza da região tem grande valor turístico (é o segundo maior destino de ecoturismo no Brasil), atividade que pode contribuir para a manutenção de paisagens pristinas. Além disso, o planalto é marcado pela produção agropecuária, da qual depende grande parte da economia. Sobretudo, a região inclui a maior Unidade de Conservação do Mato Grosso do Sul – o Parque Nacional da Serra da Bodoquena (PNSB), em cujo entorno vem sendo estimulada a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs).

Para o planejamento de um estudo da magnitude e com a duração de um PELD, a equipe projetou 360 hexágonos sobre o mapa da região, cada um com 5.000 hectares. Depois mediu a cobertura florestal, hexágono por hexágono, verificando quanto havia de florestas decíduas e quanto de florestas semidecíduas alu-



Foto: Franco L. Souza
Planalto da Bodoquena

ANFÍBIOS

Na pesquisa com anfíbios da Serra da Bodoquena o fundamental é entender como as mudanças na paisagem podem afetar a relação com as presas. Até o presente foram registradas 20 espécies de anfíbios na região, cuja dieta é composta principalmente por formigas e cupins. Algumas dessas espécies dependem exclusivamente de matas ciliares, como a rãzinha *Ameerega picta* e o sapo *Rhinella scitula*. A riqueza de espécies encontrada nas matas ciliares ressalta a importância deste habitat para essa comunidade de anfíbios.



Rhinella scitula



Fotos: Franco L. Souza

viais, identificando nelas as zonas de tensão (ou seja, com algum tipo de alteração). Com base nesses dados, foram classificados os 360 hexágonos segundo a proporção desses três tipos de ambiente. Do total, 20 hexágonos foram selecionados para representar a amplitude de variação das paisagens da região: das áreas mais intocadas às áreas mais alteradas. Essas 20 áreas representadas nos hexágonos correspondem às unidades amostrais do PELD – Bodoquena. Para essa escolha também foram consideradas a presença de cursos d'água, a acessibilidade e a colaboração dos proprietários locais. Os projetos associados ao programa concentram amostragens nessas 20 paisagens, utilizando métodos distintos, conforme o necessário aos diferentes tipos de estudo e de organismos estudados.

Apesar do pouco tempo de implantação, alguns projetos já apresentam resultados e produtos relevantes, como a formação de dezenas de estudantes em vários níveis (graduação, mestrado, doutorado) e a publicação de resultados em meios de co-



MORCEGOS

Segundo mostrou o estudo, a dieta de morcegos frugívoros (que se alimentam de frutas) é baseada sobretudo em plantas pioneiras. Assim, não há mudanças na riqueza e na composição de itens alimentares em função da variação das paisagens na Serra da Bodoquena. A ampla distribuição espacial de plantas pioneiras e a grande mobilidade dos morcegos, provavelmente permitem forragear tanto em áreas preservadas como em remanescentes de florestas secundárias. O trânsito desses morcegos entre áreas preservadas e alteradas pode garantir, inclusive, a capacidade natural de regeneração florestal por meio da dispersão de sementes. A conservação de remanescentes florestais em meio à agricultura ou pecuária contribui para a persistência de morcegos frugívoros e para a manutenção das florestas em paisagens fragmentadas.

Foto: Alexine Keuroghlian



HERBÍVOROS

A observação dos mamíferos herbívoros terrestres concentrou-se nas mudanças das comunidades ao longo do gradiente de perda de hábitat. Trinta espécies foram registradas, com uso de armadilhas fotográficas, armadilhas de captura e procura ativa. Os mamíferos menores e especialistas em frutas, como catetos (*Pecari tajacu*), foram mais sensíveis à perda de habitat, enquanto espécies maiores com dieta mais variada, como o veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), toleram ambientes alterados.

PEIXES E CRUSTÁCEOS X ALGAS

Um estudo experimental de campo, utilizando técnicas de exclusão elétrica, investigou como a redução da vegetação ripária (das margens de corpos d'água) pode influenciar a interação da macrofauna aquática com suas presas. A eventual exclusão de peixes e camarões afetou a biomassa de algas perifíticas ao longo do gradiente de vegetação, assim como a deposição de carbonato de cálcio nos córregos do Planalto da Bodoquena. Ou seja, sem peixes e camarões para controlar as algas, elas crescem exageradamente. Estas algas são precursoras das tufas calcárias nos rios da região. Com a exclusão de peixes e crustáceos, pode haver aumento da deposição e consequente aumento da formação (mais rápida) de travertinos nos rios (o que implicaria em mudança da hidrologia).

Foto: Alan F. Eriksson



MORCEGOS X ECTOPARASITAS

A comunidade de morcegos da Serra da Bodoquena também foi observada quanto às interações com seus ectoparasitas (parasitas que vivem sobre o corpo, como os carrapatos). Foi observado que alguns ectoparasitas generalistas (aqueles que ocorrem em diferentes hospedeiros) são mais comuns em populações de morcegos presentes em áreas de pouca cobertura florestal, enquanto a quantidade de ectoparasitas especialistas (aqueles que ocorrem em apenas um tipo de hospedeiro) não sofre alteração com a perda de florestas.

municação, nacionais e internacionais (ver boxes). Organizados em uma ampla base de dados sobre interações ecológicas, os dados desse sítio PELD ainda permitirão influenciar políticas públicas de desenvolvimento regional, no esforço de conciliar produção agrícola, pecuária, turismo e conservação da biodiversidade da região.

Com base na história recente e conjunturas socioeconômicas presentes na região da Serra da Bodoquena, há expectativas de alterações nos usos do solo na região. A partir das observações climáticas, há previsão de redução significativa das chuvas (pluviosidade média anual) nas próximas décadas, ou variação no padrão de pluviosidade, com chuvas mais intensas e concentradas. Alterações promovidas pelo homem

e mudanças climáticas, portanto, são duas grandes forças, atuando juntas para tornar o Planalto da Bodoquena uma região com paisagens marcadas pelo aumento da agricultura e por períodos críticos de estiagem, com efeitos marcantes sobre a biodiversidade. Assim, o PELD – Bodoquena tem o papel fundamental de gerar conhecimento e levar informações aos tomadores de decisão e às populações das cidades da região. Os dados e as tendências verificados devem motivar iniciativas que também conciliem as múltiplas demandas da população com ações voltadas à conservação da biodiversidade, em longo prazo. Além disso, poderão auxiliar no combate à redução de riscos ambientais, sociais e econômicos associados às mudanças climáticas previstas.



Estudo inclui todos os gradientes de paisagem: das mais alteradas às mais preservadas, como esta cachoeira do rio Taquaral, em Bonito (acima). A escala espacial é ampla e a série temporal é bem longa.



DECOMPOSIÇÃO

Um estudo investiga a decomposição de material vegetal (saquinhos de chá), utilizando substratos padronizados em diferentes ecossistemas terrestres, com objetivo de avaliar efeitos do clima, do tipo de substrato e do uso da terra. A Serra da Bodoquena é um dos 336 locais da Terra onde o experimento foi instalado, no âmbito da iniciativa *TeaComposition*, da Universidade de Copenhague. Com previsão de 3 anos de duração, a primeira etapa (de 3 meses) indicou que o tipo de substrato tem efeito predominante sobre a decomposição de material vegetal.

PARA SABER MAIS

Sobre o PELD no Brasil: <http://cnpq.br/sitios-peld>

Sobre o PELD-Bodoquena: <http://peldbodoquena.wixsite.com/home>

Sobre o TeaComposition: <http://teacomposition.org/>

Sobre a rede mundial ILTER: <https://data.lter-europe.net/map/>

Foto: Liana John

Baía das Pedras



CUIDADO, LÁ VEM TEMPORAL!

É POSSÍVEL DETECTAR COM ANTECEDÊNCIA A PRIMEIRA DESCARGA ELÉTRICA, NO INÍCIO DE UMA TEMPESTADE? ONDE E QUANDO É MELHOR BUSCAR REFÚGIO DOS RAIOS?

POR MOACIR LACERDA

Qualquer um de nós já viu muitos – ou já fechou os olhos quando eles riscam os céus! Mas quantos sabem realmente o que são raios e como se proteger deles?

Um raio é um plasma cuja temperatura pode chegar a 30.000 K (= 29.726° C), produzindo correntes elétricas de até centenas de milhares de amperes. São números muito altos! Para se ter uma vaga ideia do que significam, vale lembrar que uma corrente elétrica de 30 milésimos de um ampere pode paralisar os músculos de uma pessoa; 50 mA afetam a respiração e 200 mA causam queimaduras graves e morte! E um raio pode descarregar uma corrente um milhão de vezes mais forte! Em menos tempo que um piscar de olhos!

Essa descarga é um mecanismo bastante complexo. Envolve várias fases fisicamente bem distintas, cada uma com duração de centenas de microssegundos. Todo o fenômeno, em suas diversas fases, dura décimos de segundo. Tais

correntes elétricas produzem incêndios, destroem residências, ceifam preciosas vidas humanas, matam animais... Assim, entender como acontecem pode ajudar a evitar alguns desses desastres.

As descargas ocorrem da nuvem para o solo, do solo para a nuvem, dentro da nuvem e da nuvem para atmosfera. Os raios mais comuns – entre 80% e 90% do total – se dão dentro da nuvem. As descargas mais estudadas, no entanto, são aquelas entre a nuvem e o solo (em torno de 10%), pois são as de maior impacto para nós, humanos. Entre elas, as mais frequentes e, portanto, mais monitoradas, são as descargas nuvem-solo negativas: com início nas nuvens, as correntes se propagam para baixo e, ao se aproximarem do solo, podem se conectar com outras correntes emitidas no sentido inverso (para cima) por objetos do solo. Esse tipo de raio gera intenso barulho e propaga para cima uma corrente elétrica da ordem de dezenas de milhares de

amperes. É chamado de descarga de retorno ou choque de retorno (*return stroke*, em inglês).

O número de descargas por quilômetro quadrado por ano é muito alto em todo estado do Mato Grosso do Sul, chegando a valores superiores a 10, enquanto a média mundial é de apenas 1 a 2 raios/km²/ano. A incidência de raios é medida por sistemas de localização de tempestade e por técnicas monitoradas por satélite, por meio de um sensor de imagens de relâmpagos (em inglês, *Lightning Imaging Sensor* ou LIS). Os valores são mais altos sobre as regiões não inundadas do estado. Também no Pantanal, as regiões não inundáveis sofrem mais quedas de raios que as inundáveis, mesmo durante as cheias.

Um índice tão alto justifica mais investimentos em sistemas de informações sobre a queda de raios. Sobretudo para tornar possível a previsão de quando vai cair o primeiro raio e quais regiões são mais vulneráveis. A partir de dados do

LIS, entre 1998 e 2007, a equipe de pesquisadores liderada por João Ribeiro Soares Júnior, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), identificou o horário entre 15 e 17 horas como o mais perigoso, com uma incidência maior de descargas. E constatou um período do ano mais arriscado, nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, sendo novembro o mês mais intenso. Os resultados foram confirmados em 2012, por Robson Jaques Verly, em sua dissertação de mestrado na UFMS, por meio de dados do sistema de localização de descarga STARNET do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP).

Além de saber quando, é importante saber onde os raios incidem com mais frequência. E, mais importante ainda, como usar esta informação para garantir alguma segurança a instalações, animais e pessoas. Existe muita especulação sobre o fato de algumas vítimas sobreviverem, mesmo depois de serem atingidas por raios. Seria o conteúdo de água no corpo? O trajeto da corrente elétrica no corpo? A magnitude da corrente? A posição em relação às linhas equipotenciais a partir do ponto onde a descarga caiu e se propagou pelo solo? A exposição ao tempo? Todas essas questões ainda são temas de muitas pesquisas, em todo mundo.

Existe um modelo eletrogeométrico utilizado pela norma brasileira NBR 5419 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para definir a área adequada de proteção em uma estrutura. A partir dela, é possível modelar a influência de uma haste metálica fincada sobre um solo circundante constituído de materiais não metálicos. Com essa modelagem, o desenho da parábola utilizada para o traçado da região de proteção depende da relação entre a densidade de cargas ao longo dos materiais (que em última instância depende da capacidade de os objetos se carregarem).

Trocando em miúdos: os metais têm mais elétrons livres que os materiais não condutores do solo e mesmo

Fotos: Liana John



das paredes das edificações. O potencial elétrico dos objetos metálicos é maior nas pontas do que ao longo do corpo metálico. Isso faz com que a corrente eletrônica se forme na direção das pontas (e quinas) e a tendência seja de o objeto metálico fixado no solo emitir correntes para cima.

Do mesmo modo (embora sem metais), as pontas das folhas e extremidades finas das árvores emitem corrente constantemente. Em situação de tempestade, abaixo de uma nuvem eletricamente carregada, o campo elétrico é tão intenso que essas correntes surgidas em terra e emitidas através das árvores podem disparar o mecanismo de descarga. E então um raio é gerado entre o solo e a nuvem.

O princípio é o mesmo quando uma pessoa está andando em um am-

biente muito plano e descampado. Ela passa a fazer o papel de uma ponta e se torna mais vulnerável aos raios. Nessas condições, os pés estão em contato com o chão, cujo potencial é menor do que a cabeça (a “ponta” mais alta), fazendo surgir um movimento de elétrons de baixo para cima, que é intensificado sob uma tempestade. Torres instaladas em montanhas ou nas partes mais altas das cidades, mourões de cercas, silos, tratoristas sobre tratores, gado ao relento ou próximo aos arames das cercas, todos são exemplos de possíveis “pontas” com capacidade de atrair raios. O campo elétrico no solo, na iminência de uma tempestade, pode atingir valores de milhares de volts por metro. E isso faz com que essas correntes se intensifiquem.

Já para uma nuvem produzir raios é preciso ocorrer uma eletrização in-





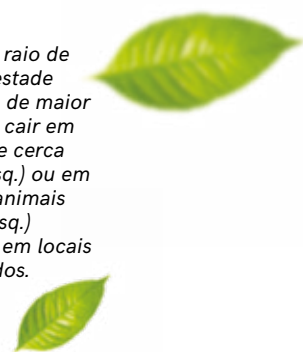
terna, o que depende da altura por ela atingida. Nuvens com o topo baixo não produzem conteúdo suficiente para gerar dipolos ou multipolos elétricos intensos em seu interior. Ou seja, não geram carga suficiente para produzir raios ou descargas nuvem-solo. Mas como saber se a nuvem está ou não carregada? E como aumentar o nível de informação para entender quando vai cair o primeiro raio? É bom saber delimitar a região de risco depois da queda do primeiro raio: ajuda a melhorar a segurança, mas não resolve o problema, pois, em geral, é o primeiro raio que causa irreparáveis perdas humanas e materiais.

Atualmente, no Brasil e no mundo, os sistemas de alerta mais empregados monitoram as descargas a partir da radiação emitida pelo raio. Porém não se consegue prever quan-

do vai cair a descarga, se não forem incorporadas tecnologias para monitorar os processos que antecedem a queda do primeiro raio. Neste sentido, o Laboratório de Ciências Atmosféricas do Instituto de Física da UFMS (LCA/INFI/UFMS) desenvolveu um sistema de sensores de campo elétrico e processamento de dados, capaz de monitorar o comportamento do campo elétrico dentro da nuvem. Isso possibilita a previsão de queda do primeiro raio dentro de um intervalo entre 10 e 20 minutos, com valor médio de aproximadamente 15 minutos de antecedência.

Ainda é um tempo curto, no entanto pode significar a diferença entre a vida ou a morte. Em 10 minutos, com um sistema eficaz de alerta, muitas medidas de segurança prévias podem ser tomadas: interrupção

O primeiro raio de uma tempestade (acima) é o de maior risco. Pode cair em mourões de cerca (acima à esq.) ou em pessoas e animais (abaixo à esq.) circulando em locais descampados.





Raios de nuvem a nuvem (acima) são mais comuns, mas os de nuvem ao solo (pág. ao lado) são os mais monitorados, pois têm maior impacto para as pessoas

de atividades ao ar livre; recolhimento de matrizes animais em local mais seguro; suspensão temporária da operação de equipamentos eletroeletrônicos etc. Os próprios equipamentos podem ser eletricamente desconectados de objetos externos ao volume a proteger, entre outras medidas.

As redes de sensores desenvolvidos pelo LCA já foram testadas em cidades como São José dos Campos e São Paulo. Há um projeto de instalação de um sistema piloto em andamento na cidade de Campo Grande, grandemente acelerado por atividades de extensão do laboratório da UFMS, financiadas pelo Ministério da Educação (MEC), entre 2015 e 2016. A equipe do LCA levou os sensores para escolas de Ensino Médio de Campo Grande e desenvolveu atividades didático-pedagógicas, abordando a Física das descargas atmosféricas. Os alunos tiveram acesso aos sensores instalados, aprendendo os princípios físicos de descargas elétricas. Os algoritmos computacionais e os programas desenvolvidos na universidade foram apresentados aos alunos e eles fizeram a captura de dados em tempo real, conseguindo distinguir as nuvens altas das baixas a partir da análise de imagens de satélite.

Os dados dos sensores dessa rede atualmente são enviados em tempo real para servidores encarregados de emitir alertas de queda de raios. Os dados também são estocados em computadores, o que permite fazer a reanálise das tempestades. Segundo dados

coletados em 2014 e 2015, Loreany F. de Araújo verificou que o intervalo entre as primeiras descargas internas à nuvem e a queda de um primeiro raio foi de aproximadamente 15 minutos.

A técnica de redes de sensores de campo elétrico associada a outros sistemas de coleta de dados produz resultados pioneiros na estimativa de cargas ativas dentro da nuvem. Ao analisar bases de dados com múltiplos sinais é possível localizar centros de carga dentro das nuvens e comparar com o sinal registrado por duas redes de sensores de campo elétrico – uma instalada nos Estados Unidos e outra em São José dos Campos (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro Técnico Aeroespacial – INPE/CTA). Assim, além de calcular as quantidades de cargas dentro das nuvens, é possível inferir as polaridades dos centros, com uma precisão de 85% (solução do problema inverso, Lei de Coulomb).

A aplicação dessas redes de sensores em grandes propriedades pode levar a uma economia significativa no agronegócio e, sobretudo, evitar mortes de pessoas e animais. O sistema ainda permite otimizar a continuidade de trabalhos em campo, mesmo sob nuvens amedrontadoramente muito escuras, quando elas não apresentam atividade elétrica significativa no seu interior, como é o caso das nuvens baixas. Em outras palavras, já é possível interpretar as nuvens de tempestade e fazer uma previsão de queda de raios a tempo de influenciar as decisões no campo, evitando tragédias!





OS DESAFIOS DE CONSERVAÇÃO DO CERRADO E DO
PANTANAL SÃO IMENSOS E URGENTES.
PEDEM CIÊNCIA, CONHECIMENTOS, EMPENHO E PARCERIAS.
SE AGIRMOS TODOS JUNTOS - E COMEÇARMOS JÁ - SERÁ POSSÍVEL
MANTER O RARO EQUILÍBRIO DE NOSSO PLANETA VIVO.