

**DIVERSIDADE TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE AVES
EM ÁREAS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO
PANTANAL**

ANGÉLICA VILAS BOAS DA FROTA

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutora.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL**

2022

ANGÉLICA VILAS BOAS DA FROTA

**DIVERSIDADE TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE AVES EM
ÁREAS DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO PANTANAL**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutora.

Orientador: Prof. Dr. Josué Ribeiro da Silva Nunes

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2022**

Espaço reservado para ficha catalográfica

ANGÉLICA VILAS BOAS DA FROTA

**DIVERSIDADE TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE AVES EM ÁREAS DA
PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO PANTANAL**

Essa tese foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Cáceres, 26 de abril de 2022

Banca examinadora

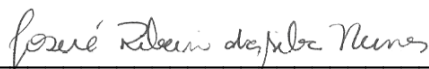
Dr. Luiz dos Anjos
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Dr. Vitor de Queiroz Piacentini
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

Dr. Wilkinson Lopes Lázaro
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Dr. Ernandes Sobreira Oliveira Junior
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Dr. Nelson Antunes Moura
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT



Dr. Josué Ribeiro da Silva Nunes
Orientador

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares: Erondina Santos Vilas Boas, Elmiro Lopo da Frota (*in memoriam*) e Maria Eliza Vilas Boas da Frota

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reyes Maldonado” (UNEMAT), *Campus* de Cáceres e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) por me proporcionarem a oportunidade de desenvolver pesquisa científica e me possibilitarem uma qualificação profissional na área de Meio Ambiente e Sustentabilidade

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo fomento da bolsa de pesquisa, a qual me auxiliou durante a vivência no doutorado e na realização do projeto

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à FAPEMAT pelo financiamento das expedições de campo e suporte durante as pesquisas, por intermediação dos projetos Pesquisa Ecológica de Longa Duração Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do rio Paraguai (PELD/DARP) e Corredor Ecológico Econômico e Cultural do rio Paraguai (CORE)

Ao meu orientador, Josué Ribeiro da Silva Nunes, por todo o apoio dedicado a mim, pelo suporte e incentivo para desenvolver a pesquisa, e também por confiar no meu trabalho desde o início da proposta

Às coordenadoras do PELD/DARP Carolina Joana da Silva e Solange Kimie Ikeda Castrillon pelo suporte na pesquisa durante o desenvolvimento dos trabalhos, bem como todos os colegas do grupo de pesquisa Conceitos Ecológicos e Etnoecológicos aplicados a conservação da água e da biodiversidade do Pantanal (CONNECTE Pantanal)

Às coordenadoras do PPGCA Áurea Regina Alves Ignácio e Maria Antonia Carniello, a secretária Edvânia, pela dedicação ao programa, professores e estudantes do PPGCA/UNEMAT

Ao Centro de Pesquisa em Limnologia, Etnobiologia e Biodiversidade do Pantanal (CELBE Pantanal): coordenadores Manoel dos Santos Filho e Dionei José da Silva; professoras responsáveis dos laboratórios de Ecologia da Paisagem e de Educação Ambiental e Restauração Ecológica, Carolina Joana, Solange Ikeda e Alessandra Morini; bem como aos terceirizados

A todos os professores do PPGCA/UNEMAT e professores externos pela dedicação nas disciplinas ministradas que contribuíram na minha formação, em especial aos professores Carolina Joana, Liliane Alcântara e Sandro Sguarezi, pelo apoio durante a disciplina de Seminários do Doutorado, que me fizeram pensar diversas questões para o desenvolvimento desta pesquisa

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pelo apoio logístico no transporte e alojamento durante as expedições de campo. Aos analistas ambientais da Estação Ecológica de Taiamã (EET), Daniel Kantek, Selma Miyazaki, Thadeu Deluque, e Rogério Costa, pelo apoio dedicado para que as coletas fossem executadas com sucesso, e aos vigilantes da EET, que estiveram sempre dispostos a nos ajudar durante as expedições

Ao meu grande parceiro Breno Vitorino, pelo suporte e incentivo diário, pela participação nas expedições de campo, pela atenção que tem comigo em todos os momentos, e pelas discussões enriquecedoras sobre a pesquisa

À Renata Batista, Ana Paula Welter, Jaqueline Pinheiro, Andressa K. Souza, Carol dos Santos, que estiveram dispostas a levantar de madrugada e embarcar comigo para pesquisar as aves no Pantanal

Aos pilotos Cláudio, Ismael, Jailton, Paulo, Sidnei, Valdir, que foram comigo nas expedições de campo, colaborando no transporte via fluvial durante as coletas de dados no rio Paraguai

Aos membros da banca de qualificação e defesa da Tese: Bia Almeida, João Pinho, Ernandes Sobreira, Wilkinson Lázaro, Luiz dos Anjos e Vitor Piacentini pelas relevantes contribuições para melhoria do trabalho

Às pesquisadoras Sara Almeida e Bia Almeida que colaboraram no desenvolvimento de artigos que compõe esta tese, bem como aos revisores anônimos das revistas científicas e aos editores

À minha família, em especial a minha avó Erondina Vilas Boas e aos meus pais, Elmiro Frota (*in memoriam*) e Maria Eliza Vilas Boas, meu irmão Rodolfo, e ao meu companheiro Breno, por todo o suporte familiar, apoio e incentivo em diversos momentos durante o curso do doutorado. Amo vocês!

A todos os colegas da pós-graduação e do CELBE Pantanal pelos debates e trocas ao longo da jornada acadêmica.

Gratidão a todos!

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	16
Referências	20

CAPÍTULO 1

Tendências e lacunas nos estudos para a conservação das aves no Pantanal	24
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	27
Métodos	28
Resultados	29
Discussão	37
Considerações finais	39
Referências	41
Material Suplementar	48

CAPÍTULO 2

Aves do sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã e zona de entorno, Pantanal, Brasil	56
Resumo	57
Abstract	58
Introdução	59
Métodos	60
Resultados	64
Discussão	102
Referências	107
Material suplementar	112

CAPÍTULO 3

A dependência das áreas úmidas determina a resposta funcional da assembleia de aves ao pulso de inundação no Pantanal brasileiro	116
Resumo	117
Abstract	118

Introdução	121
Material e Métodos	124
Resultados	130
Discussão	135
Conclusão e implicações para a conservação	141
Referências	143
Material suplementar	149

CAPÍTULO 4

Impactos de incêndio na assembleia de aves em uma planície de inundação tropical e sua recuperação inicial	167
Resumo	168
Abstract	169
Introdução	172
Material e métodos	175
Resultados	182
Discussão	193
Considerações finais	197
Referências	199
Material Suplementar	205

CONSIDERAÇÕES FINAIS	220
APÊNDICE	222
ANEXOS	225

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1** Proporção de publicações (%) entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave encontradas nas plataformas de banco de dados Scielo, Scopus, Web of Science ou Science Direct, e do Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020. 30
- Figura 2** Tendência positiva ($R^2 = 0,64$; $p < 0,001$) indicando o aumento no número de publicações ao longo dos anos entre 1989 a 2019. Dados da revisão de literatura com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave que foram encontrados nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science ou Science Direct, e no Google Acadêmico com palavras encontradas apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020. 31
- Figura 3 A.** Mapa de interações em rede de agrupamentos e **B.** rede temporal, mostrando dados cienciométricos em relação a pesquisadores centrais e parcerias entre autores com 12 agrupamentos e 135 links. Os agrupamentos de pesquisadores são representados por cores diferentes. Cada autor e/ou coautor é representado por um círculo com tamanho correspondente ao seu número de publicações, portanto, quanto maior o círculo, mais coproduções. As conexões entre autores e/ou coautores são representadas por linhas. Para evitar sobreposição de rótulos (nome do pesquisador), alguns não foram exibidos em seus respectivos círculos. A busca considerou artigos publicados de 1989 a 2019, com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave encontradas nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science, Science Direct, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020. 32
- Figura 4** Principais temas das publicações entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” presentes no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontrados nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science, ou Science Direct, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título. 34
- Figura 5** Localidades com publicações entre 1989 e 2019 sobre as aves no Pantanal. As publicações apresentam os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave e foram encontradas nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science, e Science Direct, e no Google Scholar com esses termos apenas no título. A busca foi conduzida em janeiro de 2020. 36

CAPÍTULO 2

- Figura 1** Estação Ecológica de Taiamã (EET), Pantanal, Brasil: localização, delimitação e locais amostrais da área monitorada..... 60
- Figura 2 A.** *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758. **B.** *Rynchops niger* Linnaeus, 1758. **C.** *Ciconia maguari* (Gmelin, 1789). **D.** *Amblyramphus holosericeus* (Scopoli,

1786). E. <i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766). F. <i>Ixobrychus exilis</i> (Gmelin, 1789). (Fotos: BDV, exceto para <i>Actitis macularius</i> , fotografada por AVBF).....	89
Figura 3 <i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758). (Foto: BDV).	90
Figura 4 Mapa de distribuição da zona de invernada de <i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758) na América do Sul (BirdLife International, Handbook of the Birds of the World 2018). Ponto vermelho é o primeiro registro documentado da espécie para o Pantanal e também para a região Central region do Brasil. Pontos em cinza são os registros secundários para a espécies na região costeira do Brasil e em outras localidades da América do Sul (Dias et al. 2010; Quiroga et al. 2015; Gonsioroski; 2018; Franz et al. 2018; Wikiaves 2019).....	91
Figura 5 A. <i>Aburria cumanensis</i> (Jacquin, 1784). B. <i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758). C. <i>Calidris fuscicollis</i> (Vieillot, 1819). D. <i>Calidris melanotos</i> (Vieillot, 1819). E. <i>Phalaropus tricolor</i> (Vieillot, 1819). F. <i>Thectocercus acuticaudatus</i> (Vieillot, 1818). G. <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758. H. <i>Petrochelidon pyrrhonota</i> (Vieillot, 1817). (Fotos: BDV, exceto para <i>Aburria cumanensis</i> , fotografado por AVBF).	101

CAPÍTULO 3

Figura 1 Localização da área de estudo e os transectos (locais) de amostragem das aves na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural.	125
Figura 2 Ciclo hidrológico 2017-2018 mostrando precipitação (mm) nas barras cinzas e nível médio da água (cm) no rio Paraguai nas linhas tracejadas, Estação Hidrológica de Cáceres, Bacia Hidrográfica do Paraguai, Brasil. As setas indicam as quatro campanhas de monitoramento de aves realizadas durante o ciclo, abrangendo os períodos hidrológicos de estiagem, enchente, cheia e vazante. Fonte dos dados telemétricos: Agência Nacional das Águas (2019).	126
Figura 3 Variações na riqueza de espécies, abundância de indivíduos e medidas de diversidade funcional de <i>Waterbirds</i> , <i>Wetland birds</i> e <i>Non-wetland birds</i> entre períodos hidrológicos na planície de inundação do Rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Os gráficos mostram o intervalo de confiança de 0,95 e comparações par-a-par. a) Riqueza de espécies; b) Abundância; c) Riqueza funcional (FRic); d) Uniformidade funcional (FEve); e) Divergência funcional (FDiv), f) Dispersão funcional (FDis). Nível de significância: '***' $p < 0,001$; '**' $p < 0,01$; '*' $p < 0,05$	133
Figura 4 Diagrama de ordenação da análise de principais componentes (PCA) mostrando a variação conjunta dos valores médios de traços ponderados pela comunidade (CWM) de <i>Waterbirds</i> , <i>Wetland birds</i> e <i>Non-wetland birds</i> para cada período hidrológico (a) Estiagem, b) Enchente, c) Cheia e d) Vazante) na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Vect = Vertebrado ectotérmico; Vend = Vertebrado endotérmico; Vdesc = Vertebrado desconhecido; Inv = Invertebrados.	134

CAPÍTULO 4

Figura 1 Caracterização da área do monitoramento de aves na planície de inundação do rio Paraguai entre os anos de 2017 e 2021. a) Localização da área de estudo; b) Habitats de campos e florestas monitorados antes e depois dos incêndios; c) Pulso de inundação do rio Paraguai na área monitorada ao longo dos meses.	176
Figura 2 Diagrama evidenciando a proporção de espécies de aves em comum entre os ciclos hidrológicos de 2017-2018 e 2020-2021 e entre os tipos de habitats na planície de inundação do rio Paraguai.	183
Figura 3 Abundância relativa das aves para cada traço funcional de dieta, quantidade de itens alimentares e estrato de forrageio entre os ciclos hidrológicos de 2017-2018 e 2020-2021 na planície de inundação do rio Paraguai.	184
Figura 4 Diferença em riqueza de espécies e abundância das aves entre os ciclos hidrológicos 2017-2018 e 2020-2021 ao longo do tempo após os incêndios (TSF) para cada tipo de habitat e categoria de impacto do fogo na planície de inundação do rio Paraguai. Os valores preditos nos modelos foram suavizados para a representação gráfica.	188
Figura 5 Diferenças em composição taxonômica e funcional de aves entre os ciclos hidrológicos ao longo do tempo após os incêndios (TSF) para cada categoria de impacto do fogo na planície de inundação do rio Paraguai. Os valores preditos nos modelos foram suavizados para a representação gráfica.	190

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 Alguns autores e instituições com maior número de publicações com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontradas nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science ou ScienceDirect, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título no período de 1989 a 2019. A busca foi conduzida em janeiro de 2020. 33

Tabela 2 Alguns periódicos com maior número de publicações entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” apresentados no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontrados nas plataformas Scielo, Scopus, Web of Science, ou Science Direct, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020. 33

Capítulo 2

Tabela 1 Lista dos locais de amostragem das aves na Estação Ecológica de Taiamã (EET) e entorno, Pantanal, Brasil, informando o ciclo hidrológico, coordenada geográfica (ponto central dos locais) e macrohabitats predominantes..... 62

Tabela 2 Lista de aves registradas na Estação Ecológica de Taiamã (EET), Pantanal, Brasil. Legenda: Comportamento migratório (Somenzari et al. 2018): residente (RDT), migratória (MGT), parcialmente migratória (MPR), vagante (VAG) e não definida (ND). Frequência de ocorrência neste estudo: muito frequente (100-75%), frequente (74-50%), razoavelmente frequente (49-25%), pouco frequente (< 25%) e infrequente para dados não sistemáticos (IN). Tipo de registro (Carlos et al. 2010): IO = indicação de ocorrência (espécie não documentada), AD = documentação nível A (espécie com espécimes depositados em coleções científicas) e BD = documentação nível B (espécie documentada com fotografias ou gravações de áudio). Fonte: este estudo (1), Lopes et al. 2016 (2), Kantek e Onuma 2013 (3), espécimes depositados no Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (4), e Brasil 2017 (5); Espécies da lista secundária entre parênteses. VU = Vulnerável (IUCN 2019) e VU* = Vulnerável (Brasil 2018)..... 65

Tabela 3 Lista terciária de aves registradas na Estação Ecológica de Taiamã e entorno, Mato Grosso, Pantanal, Brasil. Aves sem evidência documentada na área, cuja ocorrência é questionável, inválida ou inexistente no Pantanal..... 102

Capítulo 3

Tabela 1 Resultados da seleção de modelos lineares generalizados (GLM) e modelos lineares (LMs) para o efeito dos diferentes períodos hidrológicos do pulso de inundação (Estiagem, Enchente, Cheia e Vazante) e considerando seu efeito combinado com a variação entre os grupos de aves categorizados por graus de dependência das áreas úmidas (*Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-*

wetland birds) sobre a riqueza de espécies, abundância e diversidade funcional da comunidade de aves na planície de inundação do Rio Paraguai, Pantanal, Brasil. FRic (Riqueza Funcional), FEve (Uniformidade Funcional), FDiv (Divergência Funcional); FDis (Dispersão Funcional). AICc (Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras); $\Delta AICc$ (diferença entre o respectivo modelo e o melhor modelo); df (grau de liberdade); AICw (Akaike weight)..... 131

Capítulo 4

Tabela 1 Valores estimados, Erro Padrão (SE), Z ou t, e p dos modelos mistos lineares generalizados (GLMMs) selecionados para a diversidade alfa taxonômica e funcional. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório. 185

Tabela 2 Valores estimados, Erro Padrão (SE), Z ou t dos modelos mistos lineares generalizados (GLMMs) selecionados para as diferenças na diversidade alfa taxonômica e funcional, e para os componentes de diversidade beta taxonômica e funcional. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório. 191

RESUMO GERAL

FROTA, Angélica Vilas Boas. **Diversidade taxonômica e funcional de aves em áreas da planície de inundação do Pantanal**. Cáceres: UNEMAT, 2022. 228 p. (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais).

O conhecimento dos padrões de diversidade das aves no Pantanal frente às alterações ambientais possibilita fundamentar as ações voltadas para a manutenção das espécies e de processos ecológicos. Nesta tese, investigamos por meio de diferentes abordagens metodológicas a diversidade de aves na planície de inundação do Pantanal brasileiro. O primeiro capítulo, consiste em uma visão geral do conhecimento científico sobre as aves do Pantanal, o que nos possibilitou direcionar e fundamentar pesquisas futuras. Nós identificamos que existem lacunas no conhecimento científico em localidades como a planície de inundação do rio Paraguai, que é de grande importância para a formação do Pantanal e encontra-se amplamente vulnerável as ameaças ambientais. No segundo capítulo, realizamos um inventário e consolidamos uma lista de espécies de aves que ocorrem em uma área protegida da planície de inundação do rio Paraguai, a Estação Ecológica de Taiaí, que é reconhecida como uma área úmida de importância internacional. Encontramos elevado número de espécies de aves para a área, e também incluímos o registro até então inédito de *Chlidonias niger* para o Pantanal. A lista geral nos permitiu contribuir no conhecimento do padrão de distribuição e ocorrência de aves, bem como apontar espécies prioritárias para conservação. No terceiro capítulo, buscamos compreender como a dinâmica do pulso de inundação afeta a riqueza, abundância e estrutura funcional das aves na planície de inundação do rio Paraguai. Neste trabalho, nós mostramos que o grau de dependência das áreas úmidas pelas espécies é um fator determinante para a resposta das assembleias de aves à variação dos períodos hidrológicos, e que utilizar os traços funcionais podem melhorar a compreensão sobre as respostas ecológicas da diversidade de espécies ao pulso de inundação. No quarto capítulo, investigamos os efeitos de incêndios sobre a diversidade temporal de aves na planície de inundação do rio Paraguai e a sua recuperação inicial. Encontramos que as assembleias de aves foram resilientes, apesar das alterações que ocorreram na estrutura e composição. Houve substituição de espécies e características funcionais nos locais afetados pelo fogo, com tendência de reestruturação e recomposição das assembleias ao longo do tempo. Esperamos que esta contribuição científica seja útil para as tomadas de decisão nos esforços para a manutenção e conservação da diversidade de aves em áreas úmidas, sendo aplicada de forma integrada aos interesses científicos, políticos, sociais e ambientais no Pantanal.

Palavras-chave: Áreas úmidas tropicais, Incêndios, Pulso de inundação, Sazonalidade, Traços funcionais

GENERAL ABSTRACT

FROTA, Angélica Vilas Boas. **Taxonomic and functional diversity of birds in areas of the Pantanal floodplain**. Cáceres: UNEMAT, 2022. 228 p. (Thesis – Doctorate in Environmental Sciences).

Knowledge of the bird diversity patterns in the Pantanal wetland face of environmental changes allow to support actions aimed at maintaining species and ecological processes. In this thesis, we investigated bird's diversity in the Brazilian Pantanal floodplain through different methodological approaches. The first chapter, we introduce an overview of the scientific knowledge about the birds from Pantanal, which allowed us to direct and support future research. We identified that there are gaps in scientific knowledge in locations such as the Paraguay River floodplain, which is the main river system for the formation of the Pantanal and is widely threatened by environmental changes. In the second chapter, we carried out an ornithological inventory and consolidated a list of bird species that occur in a protected area of the Paraguay River floodplain, which is recognized as a wetland of international importance. We found a high number of bird species and we also included the first record of *Chlidonias niger* for Pantanal. The general list allowed us to contribute to the knowledge of the pattern of distribution and occurrence of birds, as well as to point out priority species for conservation. In the third chapter, we look for understand how the dynamics of the flood pulse affect the richness, abundance and functional structure of birds in the Paraguay River floodplain. In this work, we present that the degree of wetland dependence of species drives the response of bird assemblages to the variation of hydrological periods, and that using functional traits can improve the understanding of ecological responses of species diversity to the flood pulse. In the fourth chapter, we investigate the wildfire effects on the temporal diversity of birds in the Paraguay River floodplain and their initial recovery. We found that the bird assemblages were resilient, despite the changes that occurred in structure and composition. There was a turnover of species and functional traits in the burned sites, with a trend of restructuring and recomposition of the assemblages over time. We expected that this scientific contribution will be useful for decision-making in efforts to maintain and conserve bird diversity in wetlands, being applied in an integrated way to scientific, political, social and environmental interests in the Pantanal.

Key words: Flood pulse, Functional traits, Seasonality, Tropical Wetlands, Wildfire

INTRODUÇÃO GERAL

Aves são indicadores eficazes das condições ecológicas em áreas úmidas, por ser um dos grupos de vertebrados mais diversos, ocupar ampla gama de nichos e apresentar alta mobilidade entre os ecossistemas aquáticos e terrestres (Green e Elmberg 2013). As espécies da avifauna podem desempenhar papel importante em serviços ecossistêmicos, como a ciclagem de nutrientes, controle populacional, polinização, e dispersão de sementes, garantindo a manutenção, suporte e regulação ecossistêmica (Whelan et al. 2008; Green e Elmberg 2013; Gaston et al. 2018). Contudo, a pressão humana estabelecida em ecossistemas naturais, como a perda de vegetação nativa, degradação da qualidade da água, modificação nos padrões hidrológicos, dragagem dos rios e drenagem de áreas úmidas (Gupta et al. 2020; Coelho-Junior et al. 2022), ocasionam a perda de habitat, a maior causa do declínio da diversidade de aves e comprometido suas funções ecológicas (Sekercioglu et al. 2004; Sekercioglu 2006; Sekercioglu 2012).

A planície de inundação do Pantanal brasileiro é uma das maiores áreas úmidas tropicais do mundo, caracterizada pela variação hidrológica anual e plurianual, conhecida como pulsos de inundação (Junk e Da Silva 1996). Estes distúrbios previsíveis são considerados funções de força reguladora das comunidades biológicas (Junk et al. 2006), pois promovem a entrada, saída e interações de água, nutrientes e organismos nos sistemas de rios em planícies de inundação, que diferem substancialmente de acordo com o gradiente topográfico (Junk et al. 1989; Tockner et al. 2000). A paisagem e biodiversidade do Pantanal também refletem uma complexidade biogeográfica, possuindo influência dos Planaltos adjacentes e das ecorregiões como o Cerrado, Chaco, Bosques Secos Chiquitanos, Mata Atlântica e Amazônia (Olson et al. 2001). Tais características possibilitam a formação de um mosaico com diferentes tipos de macrohabitats (Junk et al. 2014), que favorece a ocorrência de 617 espécies de aves residentes e migratórias (Nunes et al. 2021).

As respostas ecológicas das aves em planícies de inundação geralmente estão associadas com a estrutura e sazonalidade local, parecendo variar de acordo os tipos de habitats disponíveis em cada período hidrológico, biologia de cada espécie (e.g., padrões de migração) e as suas características ecológicas

(Signor e Pinho 2011; Almeida et al. 2018; de Deus et al. 2020; Frota et al. 2020a). Embora alguns efeitos da sazonalidade e da heterogeneidade ambiental sobre a resposta das espécies sejam conhecidos (Tews et al. 2004; Tonkin et al. 2017), ainda existem lacunas relacionadas a diferentes condições anuais dos ciclos hidrológicos e a previsibilidade dos eventos que estruturam as comunidades biológicas, tendo em vista as recorrentes alterações ambientais nos ecossistemas (Tonkin et al. 2017). Dentre estes eventos que afetam a biodiversidade, destacam-se as alterações no regime de inundação e no regime de fogo ocasionadas pelo avanço de atividades antrópicas e pelo agravamento das mudanças climáticas (Garcia et al. 2021).

Do ponto de vista ecológico, a biodiversidade apresenta uma estrutura multidimensional que contempla diferentes elementos, dentre eles destacam-se os taxonômicos, funcionais e filogenéticos (Naeem et al. 2016). As ferramentas analíticas têm avançado consideravelmente, possibilitando mensurar a biodiversidade e as suas múltiplas dimensões. As análises de diversidade fornecem parâmetros importantes para compreensão dos processos ecológicos, sejam eles determinados por aspectos naturais e/ou antrópicos. Análises de diversidade taxonômica surgem como uma maneira de entender os padrões das comunidades nos ambientes, e estão principalmente associadas aos valores de riqueza e distribuição de abundância das espécies (Whittaker et al. 2001). No entanto, essas medidas podem ser pouco preditivas para avaliar o funcionamento das comunidades, como em casos de mudanças ambientais (Cianciaruso et al. 2009). A abordagem da diversidade funcional pode ajudar a elucidar questões relacionadas ao funcionamento e manutenção dos processos ecológicos das comunidades (Cadotte et al. 2011). Tais medidas são calculadas a partir da distribuição das espécies em um espaço n-dimensional de características funcionais (Petchey e Gaston 2006).

As características funcionais das espécies de aves podem ser baseadas em traços morfológicos (e.g., biomassa), fisiológicos (e.g., metabolismo) ou comportamentais (e.g., estratégias de forrageamento) revelando padrões do uso de recursos (Luck et al. 2012; Tobias et al. 2022), pois estão relacionadas aos nichos das espécies e estimam as diferenças entre os organismos (Tilman 2001). As mudanças no habitat podem alterar a riqueza de espécies, e também modificar a ocupação do espaço funcional ao remover espécies com

características que não são adaptadas ao habitat (Mouillot et al. 2013). Desse modo, se torna fundamental ampliar a compreensão da diversidade taxonômica e funcional das comunidades biológicas em ecossistemas sazonais e sensíveis às alterações ambientais.

Nesta tese, avaliamos a diversidade taxonômica e funcional das aves por meio de diferentes abordagens metodológicas, utilizando o grupo como um potencial indicador ecológico para contribuir nas ações de conservação e de planejamento ambiental na planície de inundação do Pantanal brasileiro. Para isso, estruturamos o documento em quatro capítulos e esperamos contribuir nos avanços para a conservação das aves em áreas úmidas. No primeiro capítulo, investigamos os principais temas e lacunas no conhecimento científico com base em publicações ao longo dos últimos 30 anos sobre as aves do Pantanal, a fim de direcionar e fundamentar pesquisas futuras (Frota et al. 2020c). Utilizamos a técnica de cienciometria, uma abordagem interdisciplinar que contempla métodos das ciências naturais e sociais (Van Raan 1997), tem sido aplicada em diversos estudos nos últimos anos (Kullenberg e Kasperowski 2016; Freitas e Mantovani 2017; Matuoka et al. 2020) e é considerada uma importante ferramenta para a conservação ao indicar localidades ou grupos taxonômicos que necessitam de mais atenção para conduzir os esforços nos estudos ecológicos (Nabout et al. 2012).

No segundo capítulo, tivemos o objetivo de contribuir no conhecimento do padrão de distribuição e ocorrência de aves para uma área da planície de inundação do Pantanal. Para isso, inventariamos e consolidamos uma lista de espécies de aves que ocorrem no sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã – EET (Frota et al. 2020b), uma área protegida integralmente pela legislação brasileira (Lei nº 9.985/2000), e que tem reconhecimento a nível mundial como uma área úmida de importância internacional (Ramsar List 2021). A lista comentada das aves foi organizada de acordo com a lista de aves do Brasil (Piacentini et al. 2015), baseado em evidências documentais (Carlos et al. 2010) e na distribuição conhecida para cada espécie (BirdLife International and Handbook of the Birds of the World, 2018). Listas gerais funcionam como um instrumento de gestão, ao informar descritores ecológicos (riqueza e composição) que permitem identificar quantas e quais as espécies encontram-se na área, *status* de migração (Somenzari et al. 2018), bem como elencar

aquelas com algum grau de ameaça de extinção, seja a nível nacional (Brasil 2018) ou global (IUCN 2021). As informações contidas em listas de espécies, portanto, são fundamentais para compreensão da biodiversidade (Silveira et al. 2010), e consideramos que este conhecimento é essencial para o planejamento e tomada de decisões para conservar os ecossistemas de áreas úmidas.

No terceiro capítulo, partimos para avaliações ecológicas considerando a diversidade de aves presente nesta área da planície de inundação do Pantanal. Nós buscamos compreender como as aves com distintos graus de dependência das áreas úmidas são influenciadas pela dinâmica de inundação utilizando os descritores ecológicos de riqueza, abundância e estrutura funcional. Os diferentes períodos hidrológicos característicos do Pantanal possibilitam uma heterogeneidade ambiental que regula a disponibilidade de nicho ecológico para a fauna aquática e terrestre (de Deus et al. 2020), e as características funcionais das espécies podem ser consideradas importantes determinantes dos processos ecossistêmicos (Setubal et al. 2020). Sendo assim, mostramos as respostas ecológicas para cada grupo de aves a partir de diferentes medidas de diversidade taxonômica e funcional entre os períodos hidrológicos do Pantanal, e também mostramos como a variação de traços funcionais entre os grupos de aves evita a sobreposição de nicho e permite o particionamento dos recursos em cada período hidrológico.

Por fim, no quarto capítulo, investigamos uma assembleia de aves por dois ciclos hidrológicos na planície de inundação do rio Paraguai, sendo um ciclo antes e o outro após eventos extremos de seca e incêndios que ocorreram no Pantanal em 2020. A resposta das assembleias de aves às perturbações sob condições naturais em geral são moldadas pela heterogeneidade ambiental promovida por estes eventos, e quando em níveis intermediários, impulsionam a diversidade de espécies (Connell 1978; Brawn et al. 2001). No entanto, eventos extremos podem ocasionar em perda de biodiversidade (Garcia et al. 2021; Tomas et al. 2021), e consequentemente gerar uma perda de funções desempenhadas pelas comunidades biológicas (Mouillot et al. 2013). Para avaliar estas possíveis mudanças em curto prazo, comparamos as medidas de diversidade taxonômica e funcional das aves nestes dois ciclos hidrológicos, e mostramos os efeitos do impacto do fogo e do tempo após os incêndios sobre as assembleias de aves em diferentes habitats.

Referências

- Almeida B de A, Green AJ, Sebastián-González E, dos Anjos L (2018) Comparing species richness, functional diversity and functional composition of waterbird communities along environmental gradients in the neotropics. *PLoS One* 13:1–18 .
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200959>
- BirdLife International and Handbook of the Birds of the World (2018) Bird species distribution maps of the world. Version 2018.1. Disponível em <http://datazone.birdlife.org/species/requestdis>
- Brasil (2018) Livro vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 712 pp. Disponível em http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol3.pdf. Acesso em: 2019-03-29.
- Brawn JD, Robinson SK, Iii FRT (2001) The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annu Rev Ecol Syst* 32:251–276
- Cadotte MW, Carscadden K, Mirotchnick N (2011) Beyond species: Functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *J Appl Ecol* 48:1079–1087 . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x>
- Carlos CJ, Straube FC, Pacheco JF (2010) Conceitos e definições sobre documentação de registros ornitológicos e critérios para a elaboração de listas de aves para os estados brasileiros. *Rev Bras Ornitol* 18:355–361
- Cianciaruso MV, Silva IA, Batalha MA (2009) Diversidades filogenética e funcional: Novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotrop* 9:93–103 . <https://doi.org/10.1590/s1676-06032009000300008>
- Coelho-Junior MG, Diele-Viegas LM, Calheiros DF, Silva-Neto EC, Fearside PM, Ferrante L (2022) Pantanal port licence would threaten the world's largest tropical wetland. *Nat Ecol Evol*. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01724-z>
- Connell JH (1978) Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science* (80-) 199:1302–1310 . <https://doi.org/10.1126/science.1226261>
- de Deus FF, Schuchmann K-L, Arieira J, de Oliveira Tissiani AS, Marques MI (2020) Avian Beta Diversity in a Neotropical Wetland: the Effects of Flooding and Vegetation Structure. *Wetlands*. <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01240-0>
- Freitas JR, Mantovani W (2017) An overview of the applicability of functional diversity in Biological Conservation. *Brazilian J Biol* 78:517–524 .
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.09416>
- Frota AVB da, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JR da S (2020a) Bird community structure in macrohabitats of the aquatic-terrestrial transition zone in the Pantanal wetland, Brazil. *Oecologia Aust* 24:615–634
- Frota AVB da, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JR da S (2020b) Birds of the Ramsar site Estação Ecológica de Taiaçu and buffer zone, Pantanal wetlands , Brazil. *Check List* 16:401–422
- Frota AVB da, Vitorino BD, Nunes JR da S, da Silva CJ (2020c) Main trends and gaps in studies for bird conservation in the Pantanal wetland. *Neotrop*

- Biol Conserv 15:427–445 . <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e52905>
- Garcia LC, Szabo JK, de Oliveira Roque F, de Matos Martins Pereira A, Nunes da Cunha C, Damasceno-Júnior GA, Morato RG, Tomas WM, Libonati R, Ribeiro DB (2021) Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans. *J Environ Manage* 293:112870 . <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112870>
- Gaston KJ, Cox DTC, Canavelli SB, García D, Hughes B, Maas B, Martínez D, Ogada D, Inger R (2018) Population Abundance and Ecosystem Service Provision: The Case of Birds. *Bioscience* 68:264–272 . <https://doi.org/10.1093/biosci/biy005>
- Green AJ, Elmberg J (2013) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biol Rev*. <https://doi.org/10.1111/brv.12045>
- Gupta G, Khan J, Upadhyay AK, Singh NK (2020) Wetland as a Sustainable Reservoir of Ecosystem Services: Prospects of Threat and Conservation. *Restor Wetl Ecosyst A Trajectory Toward a Sustainable Environ* 31–43 . https://doi.org/10.1007/978-981-13-7665-8_3
- IUCN (2019) The IUCN Red List of threatened species. International Union for Conservation of Nature, Gland. Disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 20/05/2019.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 106:110–127 . <https://doi.org/citeulike-article-id:3662134>
- Junk WJ, Da Silva CJ (1996) O conceito do Pulso de Inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. *Anais do Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal: Manejo e Conservação* 2: 17-28.
- Junk WJ, Da Cunha CN, Wantzen KM, Petermann P, Strüßmann C, Marques MI, Adis J (2006) Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquat Sci* 68:278–309 . <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>
- Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schöngart J, Schaeffer-Novelli Y, Agostinho AA (2014) Brazilian wetlands: Their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst* 24:5–22 . <https://doi.org/10.1002/aqc.2386>
- Kullenberg C, Kasperowski D (2016) What Is Citizen Science ? – A Scientometric. 1–16 . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>
- Luck GW, Lavorel S, McIntyre S, Lumb K (2012) Improving the application of vertebrate trait-based frameworks to the study of ecosystem services. *J Anim Ecol* 81:1065–1076 . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01974.x>
- Matuoka MA, Benchimol M, Almeida-Rocha JM de, Morante-Filho JC (2020) Effects of anthropogenic disturbances on bird functional diversity: A global meta-analysis. *Ecol Indic* 116:106471 . <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106471>
- Mouillot D, Graham NAJ, Villéger S, Mason NWH, Bellwood DR (2013) A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends Ecol Evol* 28:167–177 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.004>

- Nabout JC, Carvalho P, Prado MU, Borges PP, Machado KB, Haddad KB, Michelin TS, Cunha HF, Soares TN (2012) Trends and Biases in Global Climate Change Literature. *Nat e Conserv* 10:45–51 .
<https://doi.org/10.4322/natcon.2012.008>
- Naeem S, Prager C, Weeks B, Varga A, Flynn DFB, Griffin K, Muscarella R, Palmer M, Wood S, Schuster W (2016) Biodiversity as a multidimensional construct: A review, framework and case study of herbivory's impact on plant biodiversity. *Proc R Soc B Biol Sci* 283: .
<https://doi.org/10.1098/rspb.2015.3005>
- Nunes AP, Posso SR, da Frota AVB, Vitorino BD, Laps RR, Donatelli RJ, Straube FC, Pivatto MAC, de Oliveira DMM, Carlos B, de Melo AV, Tomas WM, de Freitas GO, de Souza RAD, Benites M, Mamede S, Moreira RS (2021) Birds of the pantanal floodplains, brazil: Historical data, diversity, and conservation. *Pap Avulsos Zool* 61:0–4 .
<https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.82>
- Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D'Amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR (2001) Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *Bioscience* 51:933–938 . [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Petchey OL, Gaston KJ (2006) Functional diversity: Back to basics and looking forward. *Ecol Lett* 9:741–758 . <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- Piacentini V de Q, Aleixo A, Agne CE, Maurício GN, Pacheco JF, Bravo GA, Brito GRR, Naka LN, Olmos F, Posso S, Silveira LF, Betini GS, Carrano E, Franz I, Lees AC, Lima LM, Pioli D, Schunck F, Amaral FR do, Bencke GA, Cohn-Haft M, Figueiredo LFA, Straube FC, Cesari E (2015) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Rev Bras Ornitol* 23:91–298 .
<https://doi.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:30856542-FFD1-44CA-B249-9F321CD4CF4C>
- Ramsar List (2021) The List of Wetlands of International Importance. The Ramsar Convention. Disponível em <https://www.ramsar.org/document/the-list-of-wetlands-of-international-importance-the-ramsar-list> Acesso em: 17/03/2022
- Sekercioglu CH (2006) Increasing awareness of avian ecological function. *Trends Ecol Evol* 21:464–471 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Sekercioglu CH (2012) Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas. *J Ornithol* 153:153–161 . <https://doi.org/10.1007/s10336-012-0869-4>
- Sekercioglu CH, Daily GC, Ehrlich PR (2004) Ecosystem consequences of bird declines. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101:18042–18047 .
<https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>
- Setubal RB, Petry AC, Bonecker CC, Martins T, Nova CC, Figueiredo-Barros MP, Bozelli RL (2020) Biotic factors determine ecosystem processes in environments with different hydrological regimes. *Freshw Biol* 65:1376–1391 . <https://doi.org/10.1111/fwb.13506>
- Signor CA, Pinho JB (2011) Spatial diversity patterns of birds in a vegetation

- mosaic of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Zool* 28:725–738 .
<https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600005>
- Silveira LF, Beisiegel BDM, Curcio FF, Valdujo PH, Dixo M, Verdade VK, Mattox GMT, Cunningham PTM (2010) What Use Do Fauna Inventories Serve? *Estud Avançados* 24:173–207
- Somenzari M, Amaral PP do, Cueto VR, Guaraldo ADC, Jahn AE, Lima DM, Lima PC, Lugarini C, Machado CG, Martinez J, Nascimento JLX do, Pacheco JF, Paludo D, Prestes NP, Serafini PP, Silveira LF, Sousa AEBA de, Sousa NA de, Souza MA de, Telino-Júnior WR, Whitney BM (2018) An overview of migratory birds in Brazil. *Pap Avulsos Zool* 58:1–66 .
<https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.03>
- Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: The importance of keystone structures. *J Biogeogr* 31:79–92 .
<https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>
- Tilman D (2001) Functional Diversity. *Encycl Biodivers* 3:109–120 .
<https://doi.org/10.1016/b0-12-226865-2/00132-2>
- Tobias JA, Sheard C, Pigot AL, Devenish AJM, Yang J, Sayol F, et al. (2022) AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, 25:581–597. <https://doi.org/10.1111/ele.13898>
- Tockner K, Malard F, Ward J V. (2000) An extension of the flood pulse concept. *Hydrol Process* 14:2861–2883 . [https://doi.org/10.1002/1099-1085\(200011/12\)14:16/17<2861::AID-HYP124>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2861::AID-HYP124>3.0.CO;2-F)
- Tomas WM, Berlinck CN, Chiaravalloti RM, Faggioni GP, Strüssmann C, Libonati R, Abrahão CR, do Valle Alvarenga G, de Faria Bacellar AE, de Queiroz Batista FR, Bornato TS, Camilo AR, Castedo J, Fernando AME, de Freitas GO, Garcia CM, Gonçalves HS, de Freitas Guilherme MB, Layme VMG, Lustosa APG, De Oliveira AC, da Rosa Oliveira M, de Matos Martins Pereira A, Rodrigues JA, Semedo TBF, de Souza RAD, Tortato FR, Viana DFP, Vicente-Silva L, Morato R (2021) Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Sci Rep* 11:1–9 . <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>
- Tonkin JD, Bogan MT, Bonada N, Rios-Touma B, Lytle DA (2017) Seasonality and predictability shape temporal species diversity. *Ecology* 98:1201–1216 . <https://doi.org/10.1002/ecy.1761>
- Van Raan AFJ (1997) Scientometrics: State-of-the-art. *Scientometrics* 38(1): 205–218. <https://doi.org/10.1007/BF02461131>
- Whelan CJ, Wenny DG, Marquis RJ (2008) Ecosystem Services Provided by Birds. *Ann N Y Acad Sci* 1134:25–60 . <https://doi.org/doi:10.1196/annals.1439.003>
- Whittaker RJ, Willis KJ, Field R (2001) Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *J Biogeogr* 28:453–470 .
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x>

CAPÍTULO 1

Tendências e lacunas nos estudos para a conservação das aves no Pantanal

Publicado como:

Frota AVB, Vitorino BD, Nunes JRS, da Silva CJ (2020) Main trends and gaps in studies for bird conservation in the Pantanal wetland. *Neotropical Biology and Conservation* 15(4): 427–445. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e52905>

[A cópia desta obra é certificada pela Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0), e não infringe os dispositivos da Lei nº 9610/98]

Resumo

As aves são consideradas um dos grupos de animais mais conhecidos do Pantanal, desempenhando importante papel ecológico nos ecossistemas de áreas úmidas. Nosso objetivo foi identificar os principais temas e lacunas no conhecimento atual dessas aves para direcionar estudos futuros, considerando trinta anos de pesquisa científica. Realizamos uma análise cienciométrica baseada em cinco plataformas de dados utilizando as palavras de busca “Aves” e “Pantanal”, bem como “Bird” e “Pantanal”. Nós identificamos 145 estudos científicos, com os temas Ecologia (64), Conservação (23), Saúde (17), Faunística (15), Genética (12), Distribuição Geográfica (7), e Educação Ambiental (7). O número de publicações aumentou significativamente ao longo dos anos. No entanto, o foco é predominantemente em algumas regiões do Pantanal, como os municípios de Corumbá no Mato Grosso do Sul e Poconé no Mato Grosso. *Anodorhynchus hyacinthinus* e *Mycteria americana* estão entre as espécies com maior número de estudos no Pantanal, com 12 e 11 trabalhos, respectivamente. Destacamos a necessidade de novos estudos em regiões como o Noroeste, e temas voltados para espécies ameaçadas e serviços ecossistêmicos. O conhecimento integrado sobre as aves no Pantanal e as abordagens interdisciplinares podem ser úteis na tomada de decisões mais estratégicas e eficazes para a conservação das aves em áreas úmidas.

Palavras-chave

avifauna, biodiversidade, planície de inundação, revisão, conhecimento científico, aves aquáticas

Abstract

Birds are considered one of the most well-known groups of animals in the Pantanal, playing an important ecological role in wetland ecosystems. Our aim was to identify the main themes and gaps in current knowledge of these birds, considering thirty years of scientific research to direct future studies. We performed a scientometric analysis based on five platforms with the search words “Aves” and “Pantanal” as well as “Bird” and “Pantanal”. We identified 145 scientific studies, with themes of ecology (64), conservation (23), health (17), fauna (15), genetics (12), geographic distribution (7), and environmental education (7). The number of publications has increased significantly over the years. However, the focus is predominantly on certain Pantanal regions, such as the municipalities of Corumbá in Mato Grosso do Sul state and Poconé in Mato Grosso state. *Anodorhynchus hyacinthinus* and *Mycteria americana* are among the species with the largest number of studies in the Pantanal, with 12 and 11 papers, respectively. We highlighted the need for new studies in regions such as the north-west and themes such as threatened species and ecosystem services. Integrated knowledge and interdisciplinary approaches can be useful in strategic decision-making and more effective for bird conservation in wetlands.

Keywords

avian, biodiversity, floodplain, review, scientific knowledge, waterbirds

Introdução

O Pantanal representa uma paisagem heterogênea e complexa (Miranda et al. 2018). Está localizado na Bacia do Alto Paraguai, centro da bacia hidrográfica do Paraguai na América do Sul. Este ecossistema é caracterizado pela existência de um regime de pulso de inundação monomodal e previsível. A biodiversidade do Pantanal está adaptada aos processos ecológicos e hidrológicos desta planície de inundação (Junk et al. 1989; Junk e Da Silva 1996). Um total de 582 espécies de aves foram registradas nos diversos habitats do Pantanal (Nunes 2011). Esta importante área úmida é também rota e zona de concentração de várias espécies de aves migratórias (Oliveira et al. 2016a). No entanto, o planalto e a planície de inundação do Pantanal estão ameaçados por atividades antrópicas que podem impactar o sistema hidrológico e a biodiversidade (Tomas et al. 2019).

As aves desempenham um importante papel ecológico com a movimentação de energia e nutrientes nos ecossistemas das áreas úmidas (Green e Elmberg 2013), e podem ser excelentes indicadores de mudanças ambientais na planície de inundação do Pantanal (Alho 2008). As aves são consideradas um dos grupos biológicos mais conhecidos no Pantanal (Junk et al. 2006), mas as respostas das aves às mudanças no uso de seus habitats são pouco compreendidas (Pinho e Marini, 2012), o que dificulta o entendimento de suas funções ambientais e interações em ecossistemas de áreas úmidas (Green e Elmberg 2013).

A análise da produção científica em temas ambientais é reconhecida como uma importante ferramenta de conservação (Nabout et al. 2012), produzindo uma compreensão detalhada de diferentes áreas do conhecimento (Teodoro et al. 2020). Além disso, nos permite identificar as preferências dos pesquisadores por determinadas áreas, locais de estudo, definição de conceitos e aplicações, principais tendências e lacunas em relação aos temas considerados (Kullenberg e Kasperowski 2016; Freitas e Mantovani 2018; Hannibal et al. 2019; Baldiviezo et al. 2019).

O conhecimento científico sobre as aves do Pantanal pode contribuir positivamente para a conservação da biodiversidade e de macrohabitats nesta planície de inundação. Esta revisão investiga os principais temas e lacunas nas

pesquisas científicas realizadas sobre aves no Pantanal nos últimos 30 anos, com o objetivo de fornecer uma ferramenta útil para direcionar futuros estudos com as aves do Pantanal. Aqui exploramos se houve um aumento na produção de literatura científica neste período e apresentamos um panorama de quais aspectos das aves do Pantanal foram estudados.

Métodos

A pesquisa cienciométrica é considerada interdisciplinar, pois utiliza métodos das ciências naturais e sociais (Van Raan, 1997). A análise cienciométrica adotada no presente estudo seguiu o protocolo metodológico aplicado outras pesquisas (por exemplo, Espécie et al. 2019; Baldiviezo et al. 2019; Marroco et al. 2019; Teodoro et al. 2020), com pesquisas de termos específicos em bancos de dados para a identificação de estudos, sendo aqueles não relacionados a temática central excluídos manualmente dos resultados da busca e, finalmente, uma categorização e análises. Assim, medimos e analisamos a literatura científica em cinco plataformas de banco de dados: *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e Google Acadêmico. Os termos de busca utilizados foram as combinações de “Aves” e “Pantanal”, bem como “Bird” e “Pantanal”. Estudos indexados nas bases de dados que apresentassem os termos citados no título, resumo e/ou palavras-chave foram considerados. No Google Acadêmico, foram considerados apenas os artigos em que os termos ocorriam dentro do título, devido a limitações na busca neste repositório de dados. A busca dos estudos foi realizada em janeiro de 2020.

O tipo de literatura considerado incluía artigos, notas científicas ou comunicações curtas e documentos técnico-científicos com *International Standard Book Number* (ISBN) ou *International Standard Serial Number* (ISSN). Um limite temporal entre 1989 e 2019 para datas de publicação foi estabelecido, levando em consideração quando o conceito de pulso de inundação foi aplicado ao Pantanal (Junk et al. 1989; Junk e Da Silva 1996). O material encontrado foi gerenciado em uma planilha com os seguintes indicadores: autoria, instituição, título, ano de publicação e periódico.

A maior base de dados foi considerada aquela que apresentou o maior número de documentos indexados. Para avaliar a tendência temporal do número

de publicações, foi realizado um modelo linear simples analisando o número de documentos em relação ao ano de publicação. Essa análise foi realizada no ambiente de programação R (R Development Core Team 2019) usando o pacote “ggplot2” (Wickham 2016). Foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$.

O núcleo de pesquisa e as parcerias entre os autores e/ou coautores foram identificados por uma análise de agrupamento. Por meio de interações em rede, determinamos o núcleo principal de pesquisa a partir do número de agrupamentos e *links* de parceria. Para esta análise, foram considerados os autores que produziram dois ou mais documentos científicos. Esta análise e os mapas de interações em rede foram elaborados no software VOSviewer (Van Eck e Waltman 2010). Posteriormente, ranqueamos e mostramos os principais autores, afiliações e periódicos científicos.

Os temas centrais dos estudos foram definidos por meio de leitura para identificar as principais áreas temáticas e abordagens dos trabalhos. Em seguida, identificamos nos artigos os locais de estudo e *taxa* estudados. O QGIS v. 3.10.5 (QGIS.org 2020) foi utilizado para desenhar um mapa com pontos de coordenadas para cada local de estudo no Pantanal, a fim de identificar lacunas geográficas. Localizações imprecisas, que não estavam disponíveis, ou estavam fora da Bacia do Alto Paraguai e do território brasileiro, não aparecem no mapa, mas foram consideradas na análise para encontrar a proporção total estudada para os municípios e estados. Para a base cartográfica, foram utilizados os dados da Agência Nacional das Águas (2019) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). O Datum selecionado foi o SIRGAS 2000, com projeção do Sistema de Coordenadas Geográficas. Todos os documentos encontrados na busca foram dados pré-selecionados a fim de remover informações duplicadas entre as bases e/ou escopo fora do contexto temático.

Resultados

Cienciometria

Encontramos um total de 441 documentos sobre aves no Pantanal publicados entre os anos de 1989 e 2019. Após a seleção de dados, 296

documentos duplicados e/ou documentos fora do escopo de nossa pesquisa foram removidos. Em seguida, foram avaliados 145 documentos: 133 artigos científicos, 6 notas/comunicações científicas, 5 documentos técnico-científicos e 1 capítulo de livro (Material Suplementar). As principais bases de dados foram a *Scopus* (44%) e *Web of Science* (29%), por conterem o maior número de documentos disponíveis (Figura 1).

Houve uma correlação positiva significativa ($R^2 = 0,64$; $p < 0,001$) entre o número de publicações e o ano (Figura 2). Os últimos 10 anos foram os mais produtivos, sendo os anos de 2008 (11) e 2017 (16) com maior número de publicações. O período entre 1989 e 2001 apresentaram menor quantidade de estudos científicos publicados sobre aves no Pantanal.

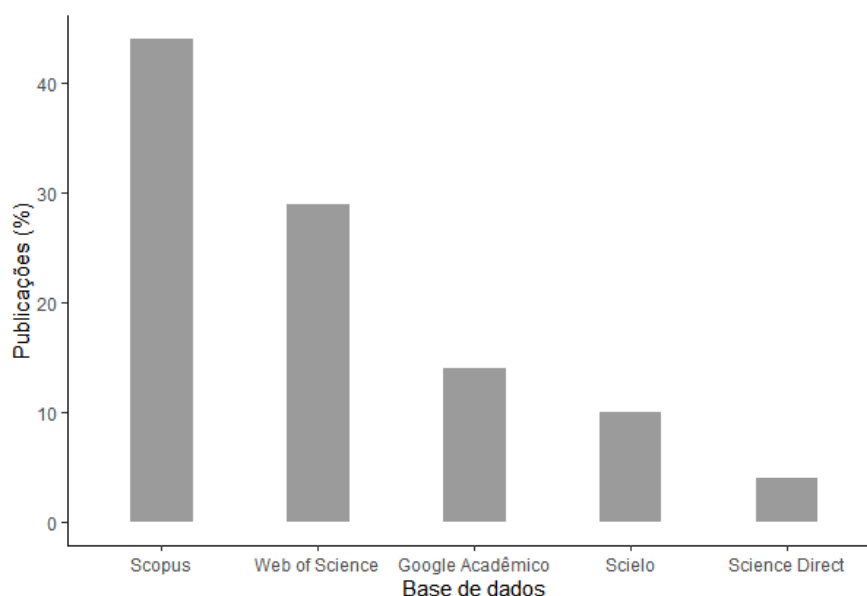


Figura 1 Proporção de publicações (%) entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave encontradas nas plataformas de banco de dados *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science* ou *Science Direct*, e do Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020.

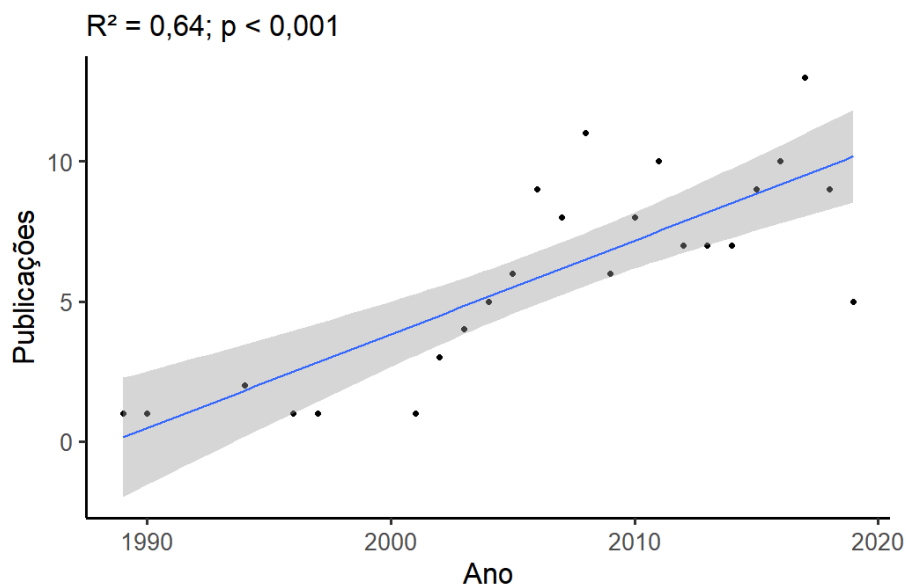
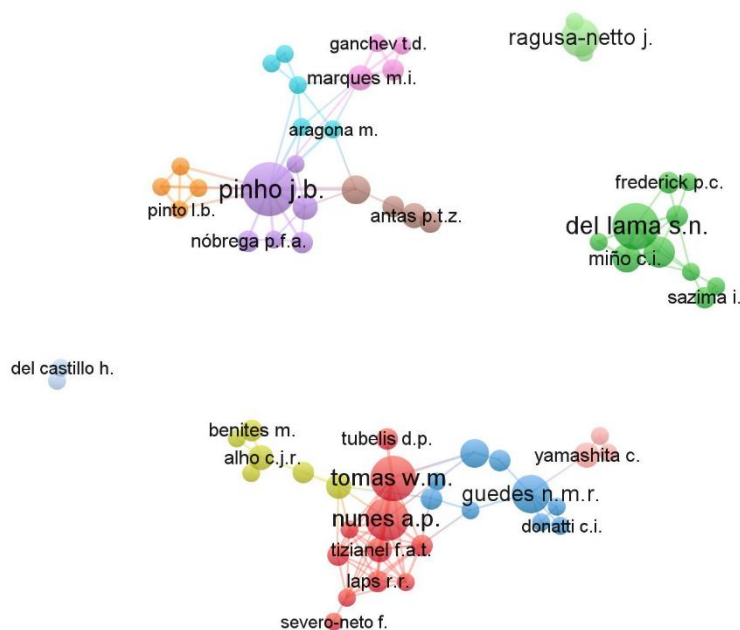


Figura 2 Tendência positiva ($R^2 = 0,64$; $p < 0,001$) indicando o aumento no número de publicações ao longo dos anos entre 1989 a 2019. Dados da revisão de literatura com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave que foram encontrados nas plataformas *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science* ou *Science Direct*, e no Google Acadêmico com palavras encontradas apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020.

O núcleo de pesquisa foi composto por 67 autores e coautores, do total de 342 pesquisadores na análise da rede. Encontramos 12 agrupamentos com 135 *links*. Alguns autores centrais que notamos nas conexões foram: Pinho J.B., Del Lama S.N., Tomas W.M., Nunes A.P. e Guedes N.M.R. Entre os autores, notamos que Yamashita C. foi um dos primeiros na área e Silva F.M. foi um dos mais recentes (Figura 3A, B).

A



B

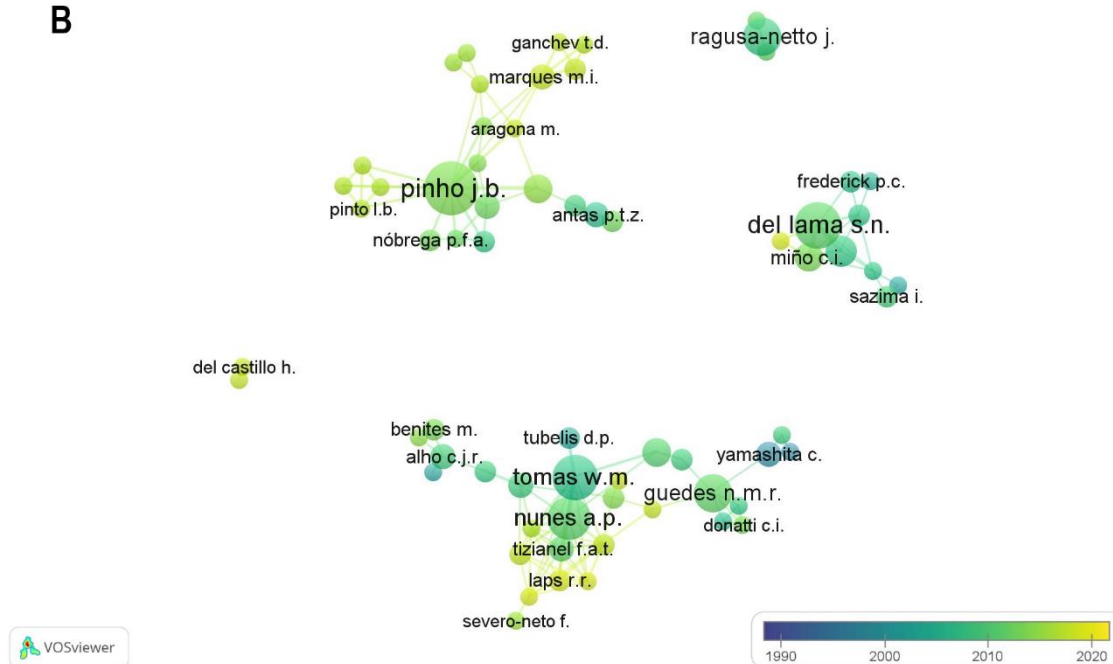


Figura 3 A. Mapa de interações em rede de agrupamentos e **B.** rede temporal, mostrando dados cienciométricos em relação a pesquisadores centrais e parcerias entre autores com 12 agrupamentos e 135 *links*. Os agrupamentos de pesquisadores são representados por cores diferentes. Cada autor e/ou coautor é representado por um círculo com tamanho correspondente ao seu número de publicações, portanto, quanto maior o círculo, mais coproduções. As conexões entre autores e/ou coautores são representadas por linhas. Para evitar sobreposição de rótulos (nome do pesquisador), alguns não foram exibidos em seus respectivos círculos. A busca considerou artigos publicados de 1989 a 2019, com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave encontradas nas plataformas *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct*, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020.

Dos 10 autores e/ou coautores com maior número de publicações sobre aves no Pantanal, 60% estavam vinculados a instituições localizadas na região do Pantanal, como Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) e Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP) (Tabela 1).

Tabela 1 Alguns autores e instituições com maior número de publicações com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontradas nas plataformas *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science* ou *ScienceDirect*, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título no período de 1989 a 2019. A busca foi conduzida em janeiro de 2020.

Ordem	Autores	Publicações	Instituições
1°	Pinho J.B.	17	Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)
2°	Del Lama S.N.	13	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
3°	Tomas W.M.	12	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
4°	Nunes A.P.	11	Bioma Meio Ambiente Ltda
5°	Neves N.M.R.	9	Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP)
6°	Ragusa-Netto J.	9	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)
7°	Lopes I.F.	6	Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)
8°	Miño C.I.	5	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
9°	Mourão G.M.	5	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
10°	Marini M.Â.	5	Universidade de Brasília (UnB)

Entre os 75 diferentes periódicos encontrados na busca, aqueles com maior número de publicações foram relacionados à ornitologia, zoologia e conservação da biodiversidade (Tabela 2). A *Ornithology Research* (anteriormente conhecida como *Revista Brasileira de Ornitologia e Ararajuba*) se destacou com 21 publicações, seguida pela *Revista Brasileira de Biologia* (15), *Embrapa* (6) e *Atualidades Ornitológicas* (5).

Tabela 2 Alguns periódicos com maior número de publicações entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” apresentados no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontrados nas plataformas *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science*, ou *Science Direct*, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título. A busca foi realizada em janeiro de 2020.

Ordem	Jornal	Número de Publicações
1°	Ornithology Research (Brazilian Journal of Ornithology / Ararajuba)	21
2°	Brazilian Journal of Biology	15
3°	Embrapa	6
4°	Atualidades Ornitológicas	5
5°	Biota Neotropica	4

6°	Bird Conservation International	4
7°	Check List	4
8°	Papéis Avulsos de Zoologia	4
9°	Ornitologia Neotropical	3
10°	Plos One	3

Principais abordagens

Identificamos sete temas principais nas publicações sobre as aves do Pantanal: Ecologia (64), Conservação (23), Saúde (17), Faunística (15), Genética (12), Distribuição geográfica (7) e Educação ambiental (7) (Figura 4). Entre as áreas temáticas, foi possível identificar diferentes aplicações em cada uma delas, como em “Ecologia”, que compreendeu estudos associados a interações (Sazima et al. 2001; Galetti e Guimarães, 2004; Ragusa-Netto 2007; Almeida e Anjos-Silva 2015; Sebastián-González et al. 2017); biologia reprodutiva (Carrara et al. 2007; Mourão et al. 2011; Pinho e Marini 2014; Schuchmann et al. 2018), uso do habitat (Figueira et al. 2006; Yabe et al. 2010; Donatelli et al. 2017), migração (Del Lama et al. 2015; Pinho et al. 2017), dieta (Gaiotti e Pinho 2013; Heming e Jezúño 2016) e comportamento animal (Ubaid 2011; Tortato e Bonanomi 2012; Almeida et al. 2014). Esses estudos geralmente avaliaram uma única espécie, exceto para estudos de uso de habitat que também consideraram a comunidade de aves.

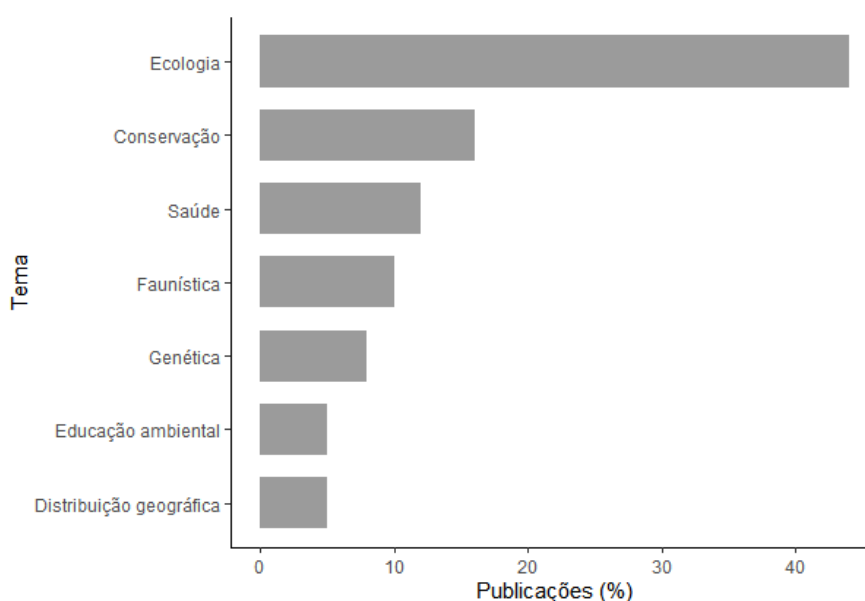


Figura 4 Principais temas das publicações entre 1989 e 2019 com os termos “Aves”, “Bird” e “Pantanal” presentes no título, resumo e/ou palavras-chave de estudos científicos encontrados nas plataformas *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science*, ou *Science Direct*, e no Google Acadêmico com esses termos apenas no título.

No tema “Conservação”, os fatores relacionados ao impacto humano foram discutidos como uma das principais ameaças, como atividades turísticas não monitoradas que perturbam colônias de nidificação (Bouton e Frederick 2003; Bouton et al. 2006), mudanças de habitat, eventos inesperados que alteram flutuações da água na Região Hidrográfica do Paraguai (Harris et al. 2005; Alho 2008). Alguns estudos mencionaram possíveis medidas de conservação, como a criação ou expansão de áreas protegidas em áreas úmidas onde são encontradas espécies ameaçadas (Nunes et al. 2006), maior compreensão dos movimentos migratórios das espécies (Nunes e Tomas 2004) e continuidade de projetos voltados para conservação de aves (Guedes 2004).

Estudos sobre o estado de saúde das aves, como o impacto da contaminação por metais pesados (Del Lama et al. 2011; Marchesi et al. 2015), parasitas (Allgayer et al. 2013; Ramos et al. 2015) e infecções (Raso et al. 2006; Chahad-Ehlers et al. 2018) foram incluídos no tema de estudo “Saúde”. Os estudos incluídos no tema “Faunística” compreenderam levantamentos com listas comentadas, revisões e acréscimos aos taxa do Pantanal, ou em localidades específicas (Tubelis e Tomas, 2003; Nunes 2011; Ubaid e Antas, 2013; Pinho et al. 2016). Em relação aos artigos considerados no tema “Distribuição geográfica”, notamos a expansão da área de ocorrência registrada de *Oxyura vittata* (Philippi, 1860) (Severo-Neto et al. 2017) e registros documentados com dados reprodutivos para duas espécies da família Accipitridae ocorrendo no Pantanal: *Urubitinga coronata* (Vieillot, 1817) e *Harpia harpyja* (Linnaeus, 1758) (Chiaravalloti et al. 2009; Ubaid et al. 2011).

Os estudos com o tema “Genética” focaram principalmente em espécies comuns da região do Pantanal e espécies que estão distribuídas em outras localidades do Brasil e do mundo. Apesar do aumento da população de *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) no Pantanal, a estrutura genética observada para esta espécie apresenta baixa variabilidade, enfatizando a necessidade de sua conservação também em outras localidades (Faria et al. 2008). Outras espécies que demonstram baixos níveis de fluxo gênico entre populações são, por exemplo, *Mycteria americana* Linnaeus, 1758, *Jabiru mycteria* (Lichtenstein, 1819), e *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758 (Lopes et al. 2006, 2011, 2013).

sobre o estado de saúde, estrutura genética e aspectos reprodutivos de espécies como *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) (12), *Mycteria americana* Linnaeus, 1758 (11), e *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758 (4), sendo estas espécies com maior quantidade de pesquisas.

Discussão

O número de documentos encontrados neste estudo demonstra que o conhecimento científico sobre as aves do Pantanal tem aumentado ao longo dos anos. Esse avanço na pesquisa científica mostra que há uma base de sustentação para novos rumos e a manutenção de estudos prioritários. Além disso, a demanda por pesquisas científicas pode estar relacionada às necessidades locais, dado o reconhecimento de problemas ambientais e iniciativas de conservação (Harris et al. 2005).

O pulso de inundação é um importante processo que contribui para a manutenção da biodiversidade no Pantanal (Junk et al. 1989; Junk e Da Silva 1996), e sua compreensão pode impulsionar a realização de estudos com ecologia e conservação de aves, que foram as abordagens mais comuns de pesquisa. Por exemplo, estudos que consideraram fatores hidrológicos como um fator determinante para a reprodução, uso de habitat e migração de espécies de aves (Pinho et al. 2009; Nóbrega e Pinho 2010; Donatelli et al. 2014; Schuchmann et al. 2018).

O Pantanal abriga mais espécies do que outras áreas úmidas do mundo (Nunes 2011), mas estudos com avaliação genética e estado de saúde, ainda são limitados a aves amplamente distribuídas e com biologia bem conhecida. No entanto, essas avaliações demonstraram que são necessários mais esforços para proteger os habitats das áreas úmidas para manter a variabilidade genética e preservar a saúde das espécies animais.

Além disso, destaca-se a relevância de projetos de conservação de espécies ameaçadas de extinção que têm obtido sucesso, como o projeto voltado para a conservação de *A. hyacinthinus*. Vários estudos sobre a manutenção de sua população no Pantanal têm sido realizados, gerando informações importantes sobre a ecologia, distribuição, saúde e bem-estar desses animais (ver Material Suplementar).

O turismo de observação de aves pode ser um parceiro de conservação no Pantanal devido à alta heterogeneidade ambiental que permite a ocorrência de aves características de áreas úmidas e de biomas adjacentes, conforme mencionado em algumas listas, a exemplo de Nunes (2011) e Nunes et al. (2018). A atividade de observação de aves está crescendo no Brasil, e a medição da perturbação que isso causa e o controle das visitas turísticas podem contribuir para a educação ambiental continuada e a gestão do turismo sustentável (Bouton e Frederick 2003; Bouton et al. 2006).

A maioria dos inventários e estudos de aspectos ecológicos e de conservação de aves com amplo esforço amostral estão direcionados a determinadas regiões, geralmente aquelas de fácil acesso ou infraestrutura de apoio à pesquisa (veja as infraestruturas em Tomas et al. 2019). Assim, a realização de amostragem sistemática em planícies de inundação também pode ser considerada um grande desafio para os pesquisadores. Segundo Oliveira et al. (2016b), a densidade de vias de acesso é menor no Pantanal do que em outros biomas, e a implementação de estudos em regiões com menor esforço amostral deve ser mais eficaz para ampliar o conhecimento das espécies presentes. A localização dos estudos avaliados aqui, revelam que estes locais incluem bases de apoio de fazendas ou pousadas (por exemplo, Bouton et al. 2006; Donatelli et al. 2017), áreas protegidas (por exemplo, Barbosa et al. 2014; Ubaid e Antas 2013) e áreas com sítios de pesquisa (Signor e Pinho, 2011; Ubaid e Antas 2013). Esse fato corrobora a ideia de que investimentos em infraestrutura de pesquisa, pessoal especializado e manutenção de projetos são necessários para melhor compreender e conservar a biodiversidade de aves.

Destaca-se aqui, as lacunas de conhecimento sobre as aves em determinadas localidades do Pantanal, como as regiões noroeste, nordeste, fronteira oeste, sudoeste e central. Essas regiões abrangem grandes territórios com marcada complexidade estrutural, espécies típicas de áreas úmidas e de ambientes savânicos como na planície de inundação do rio Paraguai (Frota et al 2020), além de influências biogeográficas provenientes da Floresta Seca Chiquitano, Amazônia (Nunes et al 2018), Gran Chaco (Benites et al 2017) e o planalto da bacia do rio Taquari-Correntes. No entanto, estudos de longo prazo devem ser realizados para esclarecer a biologia das espécies (Nunes et al 2018; Frota et al. 2020) e avançar o conhecimento científico das aves no Pantanal. O

Pantanal tem sido amplamente ameaçado pelas atividades do agronegócio, mineração, navegação, bem como mudanças climáticas e aumento da ocorrência de incêndios, resultando em mudanças na paisagem de alto impacto e consequentemente efeitos negativos sobre a biodiversidade (Tomas et al. 2019). Alguns dos estudos encontrados em nossa busca foram realizados no Planalto do Pantanal (por exemplo, Vitorino et al. 2018), que também é amplamente ameaçado pelo avanço no uso e ocupação do solo. Estudos voltados para a conservação do Pantanal também devem direcionar seus esforços para a proteção do planalto e da Bacia Hidrográfica do Paraguai como um todo. Muitas das cabeceiras e afluentes dos rios do Pantanal estão nesta região e foram amplamente devastadas pelo desmatamento, construção de hidrelétricas e contaminação ambiental.

Além disso, observamos que houve baixa conectividade entre os grupos de pesquisadores e incentivamos aos autores e instituições a formar parcerias para compartilhar informações. Destacamos os seguintes temas importantes que devem ser mais explorados no Pantanal: estudos que avaliem a dinâmica de espécies usando áreas úmidas e o efeito de mudanças na paisagem devido a alteração da dinâmica hidrológica (Figueira et al. 2011; Pinho e Marini 2012; Donatelli et al. 2017); estudos dos papéis funcionais e interações ecológicas relacionados a frugivoria, dispersão, polinização, predação e controle populacional, todos considerados importantes serviços ecossistêmicos desempenhados por aves (Whelan et al. 2008; Green e Elmberg 2013); valorização ambiental; pesquisa dos níveis de contaminação para promover maior responsabilidade e controle no uso de produtos químicos (Del Lama et al. 2011; Marchesi et al. 2015); monitoramento da estrutura genética das colônias de reprodução; pesquisa para identificar e priorizar espécies ameaçadas; estudos para ampliar nossa compreensão dos movimentos migratórios; e avaliação da perspectiva dos atores sociais envolvidos no uso e conservação da biodiversidade (Bouton e Frederick 2003).

Considerações finais

É fundamental ampliar o conhecimento científico sobre as aves em um ecossistema sensível às mudanças ambientais, como a Bacia Hidrográfica do

Paraguai. Dadas as ameaças locais, regionais e globais à biodiversidade do Pantanal, recomendamos estudos da avifauna em regiões estratégicas e temas ainda pouco explorados, estudos de longo prazo sobre as espécies e suas relações com as áreas úmidas. Além disso, maiores esforços para proteger habitats e espécies ameaçadas, combinados com conhecimento integrado do ecossistema e abordagens mais interdisciplinares, podem resultar em tomadas de decisão mais eficazes na conservação de aves em áreas úmidas.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código 001, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): AVBF e BDV receberam bolsa da FAPEMAT/CAPES 007/2018, e CJS recebeu bolsa de pesquisa do CNPq; Agradecemos também ao CNPq pelo apoio à Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) Pantanal “Dinâmica Ecológica do Alto Rio Paraguai” (nº 441563/2016-3), contribuição número 5 para este projeto; a FAPEMAT pelo apoio ao projeto CORE “Corredor Ecológico, Econômico e Cultural do Rio Paraguai” (nº 0308817/2017), contribuição número 3; apoio ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres e Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal; aos professores Sandro Sguarezi e Liliane Alcântara pelo incentivo na realização desta pesquisa; e Alessandro Pacheco Nunes pela revisão do rascunho do manuscrito.

Referências

- Agência Nacional das Águas (2020) <https://www.ana.gov.br/>
- Alho CJR (2008) Biodiversity of the Pantanal: Response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 957–966. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>
- Allgayer MC, Chiminazzo C, Weimer TA, Cziulik M, Guedes NMR (2013) Clinical Pathology and Parasitologic Evaluation of Free-Living Nestlings of the Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*). *Journal of Wildlife Diseases* 45(4): 972–981. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.4.972>
- Almeida SM, Anjos-Silva EJ (2015) Associations between birds and social wasps in the pantanal wetlands. *Ornithol. Res.* 23(3): 305–308. <https://doi.org/10.1007/BF03544296>
- Almeida SM, Strüssmann C, Anjos-Silva EJ (2014) Snake's exuviae as habitual nesting material of the black-capped donacobius (*Donacobius atricapilla*) (Passeriformes: Donacobiidae) in the Pantanal wetlands. *Ornitologia Neotropical* 25: 47–53. <https://sora.unm.edu/node/133528>
- Baldiviezo CDV, Passos MFO, Azevedo CS (2019) Knowledge gaps regarding frugivorous ecological networks between birds and plants in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 59: 1–8. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.54>
- Barbosa KVC, Filadelfo T, Guedes NMR (2014) Artificial incubation and introduction of a Collared Forest-Falcon *Micrastur semitorquatus* chick into a natural nest in Southern Pantanal, Brazil. *Ornithol. Res.* 22(1): 22–26. <https://doi.org/10.1007/BF03544227>
- Benites M, Mamede S, Carvalho G, Alho CJR (2017) Assessment of avian occurrence in the Brazilian chaco. *International Journal of Avian & Wildlife Biology* 2(4): 99–113. <https://doi.org/10.15406/ijawb.2017.02.00026>
- Bouton SN, Frederick PC (2003) Stakeholders' Perceptions of a Wading Bird Colony as a Community Resource in the Brazilian Pantanal. *Conservation Biology* 17(1): 297–306. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01148.x>
- Bouton SN, Frederick PC, Rocha CD, Barbosa Dos Santos AT, Bouton TC (2006) Effects of Tourist Disturbance on Wood Stork Nesting Success and Breeding Behavior in the Brazilian Pantanal. *Waterbirds* 28(4): 487–497. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2005\)28\[487:EOTDOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2005)28[487:EOTDOW]2.0.CO;2)
- Carrara LA, Antas PTZ, Yabe RS (2007) Nidificação do gavião-relógio *Micrastor semitorquatus* (Aves: Falconidae) no Pantanal Mato-grossense: dados biométricos, dieta dos ninhegos e disputa com araras. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(1): 85–93.
- Chahad-Ehlers S, Fushita AT, Lacorte GA, Assis PCP, Del Lama SN (2018) Effects of habitat suitability for vectors, environmental factors and host characteristics on the spatial distribution of the diversity and prevalence of haemosporidians in waterbirds from three Brazilian wetlands. *Parasites & Vectors* 11(1): 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2847-z>
- Chiaravalloti RM, Tomas WM, Tizianel FAT, Camilo AR (2009) Aves, Accipitridae, *Harpyhaliaetus coronatus*: A documented record in the Pantanal wetland. *Check List* 5(1): 89–91. <https://doi.org/10.15560/5.1.89>
- Del Lama SN, Dosualdo Rocha C, Figueiredo Jardim W, Tsai JS, Frederick PC (2011) Sedentary nestlings of Wood Stork as monitors of mercury contamination in the gold mining region of the Brazilian Pantanal.

- Environmental Research 111(8): 1091–1095. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.07.007>
- Del Lama SN, Avelar LHS, Nascimento JLX (2015) Post-breeding movements of Wood Storks in Brazil and Argentina. *Journal of Field Ornithology* 86(4): 283–287. <https://doi.org/10.1111/jofo.12122>
- Donatelli RJ, Posso SR, Toledo MCB (2014) Distribution, composition and seasonality of aquatic birds in the Nhecolândia sub-region of South Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 74(4): 844–853. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.05013>
- Donatelli RJ, Eaton DP, Sementili-Cardoso G, Vianna RM, Gerotti RW, Rodrigues FG, Martins RM (2017) Temporal and spatial variation of richness and abundance of the community of birds in the Pantanal wetlands of Nhecolândia (Mato Grosso do Sul, Brazil). *Revista de Biología Tropical* 65(4): 1358–1380. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.27729>
- Espécie MA, Carvalho PN, Pinheiro MFB, Rosenthal VM, Silva LAF, Carvalhaes Pinheiro MR, Espig SA, Mariani CF, Almeida EM, Santos FNGA (2019) Ecosystem services and renewable power generation: A preliminary literature review. *Renewable Energy* 140: 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.076>
- Faria PJ, Guedes NMR, Yamashita C, Martuscelli P, Miyaki CY (2008) Genetic variation and population structure of the endangered Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*): Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 17(4): 765–779. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9312-1>
- Figueira JEC, Cintra R, Viana LR, Yamashita C (2006) Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: Implications for conservation. *Brazilian Journal of Biology* 66(2): 393–404. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300003>
- Figueira JEC, Mourão FA, Coelho AS (2011) Habitat heterogeneity and climatic seasonality structure the avifauna trophic guilds in the Brazilian Pantanal wetland. *Canadian Journal of Zoology* 89(12): 1206–1213. <https://doi.org/10.1139/z11-099>
- Freitas JR, Mantovani W (2018) An overview of the applicability of functional diversity in Biological Conservation. *Brazilian Journal of Biology* 78(3): 517–524. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.09416>
- Frota AVB, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JRS (2020) Birds of the Ramsar site Estação Ecológica de Taiaçu and buffer zone, Pantanal wetlands, Brazil. *Check List* 16(2): 401–422. <https://doi.org/10.15560/16.2.401>
- Gaiotti M, Pinho JB (2013) Diet of the Fuscous Flycatcher *Cnemotriccus fuscatus* (Wied, 1831) – Aves, Tyrannidae - in three habitats of the northern Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Brazilian Journal of Biology* 73(4): 841–845. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000400021>
- Galetti M, Guimarães PR (2004) Seed dispersal of *Attalea phalerata* (Palmae) by Crested caracaras (*Caracara plancus*) in the Pantanal and a review of frugivory by raptors. *Ararajuba* 12(2): 133–135. <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/2607>
- Green AJ, Elmberg J (2013) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. <https://doi.org/10.1111/brv.12045>

- Guedes NMR (2004) Management and conservation of the large macaws in the wild. *Ornitologia Neotropical* 15: 279–283.
<https://sora.unm.edu/node/119644>
- Hannibal W, Renon P, Figueiredo VV, Oliveira RF, Moreno AE, Martinez RA (2019) Trends and biases in scientific literature about marmosets, genus *Callithrix* (Primates, Callitrichidae): Biodiversity and conservation perspectives. *Neotropical Biology and Conservation* 14(4): 529–538.
<https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e49077>
- Harris MB, Tomas WM, Mourão GM, Da Silva CJ, Guimarães E, Sonoda F, Fachim E (2005) Safeguarding the Pantanal Wetlands: Threats and Conservation Initiatives. *Conservation Biology* 19(3): 714–720.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00708.x>
- Heming NM, Jezuíno P (2016) Crab as food resource for the Snail Kite, *Rostrhamus sociabilis* (Aves, Accipitridae), in the Pantanal wetland, Brazil. *North-Western Journal of Zoology* 12(2): 400–402.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <https://www.ibge.gov.br/>
- Junk WJ, Da Silva CJ (1996) O conceito do Pulso de Inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: Dantas M, Catto JB, Resende EK (Eds) II Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal: manejo e conservação. EMBRAPA, Corumbá, 17–28.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110–127.
- Junk WJ, Cunha CN, Wantzen KM, Petermann P, Strüssmann C, Marques MI, Adis J (2006) Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences* 68: 278–309.
<https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>
- Kullenberg C, Kasperowski D (2016) What Is Citizen Science? – A Scientometric Meta- Analysis. *PLoS One* 11(1): 1–16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147152>
- Lopes IF, Brito RA, Henrique-Silva F, Del Lama SN (2006) Demographic history of wood stork (*Mycteria americana*) Brazilian Pantanal colonies revealed by mitochondrial DNA analysis. *Genetics and Molecular Biology* 29(2): 241–250. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572006000200008>
- Lopes IF, Tomasulo-Seccomandi AM, Bryan Jr AL, Glenn TC, Brisbin Jr IL, Del Lama SN (2011) Genetic status of the wood stork (*Mycteria americana*) from the southeastern United States and the Brazilian Pantanal as revealed by mitochondrial DNA analysis. *Genetics and Molecular Research* 10(3): 1910–1922. <https://doi.org/10.4238/vol10-3gmr1217>
- Lopes IF, Miño CI, Rocha CD, Oliveira DMM, Del Lama SN (2013) Inferred kinship patterns reveal low levels of extra-pair paternity in the endangered Neotropical Jabiru Stork (*Jabiru mycteria*, Aves: Ciconiiformes). *Genetica* 141(4–6): 195–203. <https://doi.org/10.1007/s10709-013-9718-5>
- Marchesi MD, Rossi JL, Guedes NMR, Maria MT, Endringer DC, Camargo Filho CB (2015) Relationship between weight, age and hatching success and the concentration of heavy metals in nestling blue macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus* Latham, 1790) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul. *Pesquisa*

- Veterinaria Brasileira 35(6): 569–572. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000600014>
- Marrocco V, Zangaro F, Sicuro A, Pinna M (2019) A scaling down mapping of *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) through the combination of scientific literature, NATURA 2000, grey literature and citizen science data. *Nature Conservation* 33: 21–31. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.33.30397>
- Miranda CS, Gamarra RM, Mioto CL, Silva NM, Conceição Filho AP, Pott A (2018) Analysis of the landscape complexity and heterogeneity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology* 78(2): 318–327. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.08816>
- Mourão GM, Tomas WM, Campos Z (2011) How much can the number of jabiru stork (*Ciconiidae*) nests vary due to change of flood extension in a large Neotropical floodplain? *Zoologia (Curitiba)* 27(5): 751–756. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000500012>
- Nabout JC, Carvalho P, Prado MU, Borges PP, Machado KB, Haddad KB, Michelin TS, Cunha HF, Soares TN (2012) Trends and Biases in Global Climate Change Literature. *Natureza & Conservação* 10(1): 45–51. <https://doi.org/10.4322/natcon.2012.008>
- Nóbrega PFA, Pinho JB (2010) Biologia reprodutiva e uso de habitat por *Cantorchilus leucotis* (Lafresnaye, 1845) (Aves, Troglodytidae) no Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 50(31): 511–517. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492010003100001>
- Nogueira ML, Piranda EM, Silva MB, Ilha IMN, Paludetto NA, Benites VA (2015) Observação de aves e atividades lúdicas no ensino de ciências e educação ambiental no Pantanal (MS). *Revista Brasileira de Educação Ambiental* 10(2): 187–203. <https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1959>
- Nunes AP (2011) Quantas espécies de aves ocorrem no Pantanal brasileiro? *Atualidades Ornitológicas* 160: 45–54. http://www.ao.com.br/download/AO160_45.pdf
- Nunes AP, Tomas WM (2004) Aves Migratórias Ocorrentes no Pantanal: Caracterização e Conservação. Embrapa Pantanal. Corumbá - MS: Documentos Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/811658/aves-migratorias-ocorrentes-no-pantanal-caracterizacao-e-conservacao>
- Nunes AP, Tizianel FAT, Tomas WM (2006) Aves ameaçadas ocorrentes no Pantanal. Corumbá - MS: Embrapa Pantanal. <https://www.embrapa.br/pantanal/busca-de-publicacoes/-/publicacao/783971/aves-ameacadas-ocorrentes-no-pantanal>
- Nunes AP, Vasconcelos MF, Hoffmann D, Souza LN, Gomes CRG, Epifânio AD, Godoi MN, Tizianel FAT, Straube FC, Silva PA, Posso SR, Laps RR, Faria SP, Tomas WM (2018) Aves da borda oeste do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 206: 47–69. http://www.ao.com.br/download/AO206_47.pdf
- Oliveira AC, Barbosa AEA, Sousa AEBA, Lugarini C, Lima DM, Nascimento JLX, Souza MA, Somenzari M, Souza NA, Serafini PP, Amaral PP, Rossato RM, Medeiros RCS (2016a) Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. CEMAVE/ICMBio, Cabedelo, 63 pp. https://www.icmbio.gov.br/porta/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf

- Oliveira U, Paglia AP, Brescovit AD, Carvalho CJ, Silva DP, Rezende DT, Leite FSF, Batista JAN, Barbosa JPPP, Stehmann JR, Ascher JS, Vasconcelos MF, Marco Jr P, Lowenberg- Neto P, Dias PG, Ferro VG, Santos AJ (2016b) The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. *Diversity & Distributions* 22(12): 1232–1244. <https://doi.org/10.1111/ddi.12489>
- Pinho JB, Marini MÂ (2012) Using birds to set conservation priorities for Pantanal wetland forests, Brazil. *Bird Conservation International* 22(2): 155–169. <https://doi.org/10.1017/S0959270911000207>
- Pinho JB, Marini MÂ (2014) Birds' nesting parameters in four forest types in the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology* 74(4): 890–898. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.08713>
- Pinho JB, Lopes LE, Maldonado-Coelho M, Rubio TC, Bernardon B (2009) Habitat Associations and Nests of Band-tailed Antbirds (*Hypocnemoides maculicauda*) in the Brazilian Pantanal. *The Wilson Journal of Ornithology* 121(1): 153–159. <https://doi.org/10.1676/08-003.1>
- Pinho JB, Lopes LE, Marini MÂ (2016) Birds from the Pirizal region, Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil. *Ornithol. Res.* 24(3): 267–285. <https://doi.org/10.1007/BF03544354>
- Pinho JB, Aragona M, Hakamada KYP, Marini MA (2017) Migration patterns and seasonal forest use by birds in the Brazilian Pantanal. *Bird Conservation International* 27(3): 371–387. <https://doi.org/10.1017/S0959270916000290>
- Pivatto MAC, Sabino J (2007) Infra-estrutura receptiva para o turismo de observação de aves no Pantanal Sul e Planalto da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. *Revista Acadêmica* 2(4): 1–11.
- Pivatto MAC, Sabino J, Favero S, Michels IL (2007) Perfil e viabilidade do turismo de observação de aves no Pantanal Sul e Planalto da Bodoquena (Mato Grosso do Sul) segundo interesse dos visitantes. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(4): 520–529.
- QGIS.org (2020) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>
- Ragusa-Netto J (2007) Nectar, fleshy fruits and the abundance of parrots at a gallery forest in the southern Pantanal (Brazil). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 42(2): 93–99. <https://doi.org/10.1080/01650520600979643>
- Ramos DGS, Melo ALT, Martins TF, Alves AS, Pacheco TA, Pinto LB, Pinho JB, Labruna MB, Dutra V, Aguiar DM, Pacheco RC (2015) Rickettsial infection in ticks from wild birds from Cerrado and the Pantanal region of Mato Grosso, midwestern Brazil. *Ticks and Tick-Borne Diseases* 6(6): 836–842. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.07.013>
- Raso TF, Seixas GHF, Guedes NMR, Pinto AA (2006) *Chlamydophila psittaci* in free-living Blue-fronted Amazon parrots (*Amazona aestiva*) and Hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Veterinary Microbiology* 117(2–4): 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.06.025>
- R Development Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org/>.

- Sazima M, Vogel S, Prado AL, Oliveira DM, Franz G, Sazima I (2001) The sweet jelly of *Combretum lanceolatum* fowers (Combretaceae): A cornucopia resource for bird pollinators in the Pantanal, western Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 227(3–4): 195– 208.
<https://doi.org/10.1007/s006060170048>
- Schuchmann KL, Hegmann M, Schley M, Marques MI, Deus FF, Weller AA (2018) Reproduction and agonistic behavior of black skimmers (*Rynchops niger*) in a mixed-species colony in the Brazilian Pantanal. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*: 1–14.
<https://doi.org/10.1080/01650521.2018.1479951>
- Sebastián-González E, Pires MM, Donatti CI, Guimarães Jr PR, Dirzo R (2017) Species traits and interaction rules shape a species-rich seed-dispersal interaction network. *Ecology and Evolution* 7(12): 4496–4506.
<https://doi.org/10.1002/ece3.2865>
- Severo-Neto F, Leuzinger L, Faria SP (2017) *Oxyura vittata* (Philippi, 1860) (Aves, Anatidae): Range extension and first record from the Upper Paraguay basin, Brazil. *Check List* 13(4): 285–287.
<https://doi.org/10.15560/13.4.285>
- Signor CA, Pinho JB (2011) Spatial diversity patterns of birds in a vegetation mosaic of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 28(6): 725–738. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600005>
- Teodoro LO, Souza ALBN, Silva TAC, Franco PLBN, Morais AR (2020) Padrões e tendências da produção científica sobre anuros da região Centro-Oeste do Brasil. *Oecologia Australis* 24(1): 1–10.
<https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2401.01>
- Tomas WM, Roque FO, Morato RG, Medici PE, Chiaravalloti RM, Tortato FR, Penha JMF, Izzo TJ, Garcia LC, Lourival RFF, Girard P, Albuquerque NR, Almeida-Gomes M, Andrade MHS, Araujo AS, Araujo C, Arruda EC, Battirola LD, Benites M, Assunção VA, Bolzan FP, Boock JC, Bortolotto IM, Brasil MS, Camilo AR, Campos Z, Carniello MA, Catella AC, Cheida CC, Crawshaw Jr PG, Crispim SMA, Damasceno GA Junior, Desbiez ALJ, Dias FA, Eaton DP, Faggioni GP, Farinaccio MA, Fernandes JFA, Ferreira VL, Fischer EA, Fragoso CE, Freitas GO, Galvani F, Garcia AS, Garcia CM, Gracioli G, Guariento RD, Guedes NMR, Guerra A, Herrera HM, Hoogesteijn R, Ikeda-Castrillon SK, Juliano RS, Kantek DLZ, Keuroghlian A, Lacerda ACR, Lacerda ALR, Landeiro VL, Laps RR, Layme V, Leimgruber P, Rocha FL, Mamede S, Marques DKS, Marques MI, Mourão GM, Moraes RN, Moreira TA, Nicola RD, Nogueira DG, Nunes AP, Nunes da Cunha C, Oliveira MD, Oliveira MR, Paggi GM, Pellegrin AO, Pereira GMF, Peres IAHFS, Pinho JB, Pinto JOP, Pott A, Provete DB, Reis VDA, Reis RK, Renaud P, Ribeiro DB, Rosseto OC, Sabino J, Rumiz D, Salis SM, Santana DJ, Santos AS, Sartori AL, Sato M, Schuchmann KL, Scremin-Dias E, Sigrist MR, Silva A, Da Silva CJ, Siqueira AL, Soriano BMA, Sousa LM, Souza FL, Strussmann C, Sugai LSM, Tocantins N, Urbanetz C, Valente-Neto F, Viana DP, Yanosky A, Junk WJ (2019) Sustainability agenda for the Pantanal Wetland: Perspectives on a collaborative interface for science, policy, and decision-making. *Tropical Conservation Science* 12: 1–30.
<https://doi.org/10.1177/1940082919872634>

- Tortato FR, Bonanomi J (2012) Disputa por cavidade entre *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) (Psittacidae) e *Tyto alba* (Scopoli, 1769) (Tytonidae) na região do Pantanal de Paiaguás, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20(1): 22–25.
- Tubelis DP, Tomas WM (2003) Bird species of the Pantanal wetland, Brazil. *Ararajuba* 11(1): 5–37.
- Ubaid FK (2011) Greater Anis (*Crotophaga major*) Commensal Foraging with Freshwater Fish in the Pantanal Floodplain, Brazil. *The Wilson Journal of Ornithology* 123(1): 171– 173. <https://doi.org/10.1676/10-094.1>
- Ubaid FK, Antas PTZ (2013) Novos registros de aves para a Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal, Barão de Melgaço, MT. *Ornithologia* 5(2): 122–130.
- <http://ornithologia.cemave.gov.br/index.php/ornithologia/article/viewFile/126/94>
- Ubaid FK, Ferreira LP, Oliveira Júnior SB, Antas PTZ (2011) Primeiro registro de *Harpia harpyja* para o bioma Pantanal, com dados sobre atividade reprodutiva. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19(1): 88–92.
- Van Eck NJ, Waltman L (2010) Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84(2): 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Raan AFJ (1997) Scientometrics: State-of-the-art. *Scientometrics* 38(1): 205–218. <https://doi.org/10.1007/BF02461131>
- Vitorino BD, Frota AVB, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JRS (2018) Birds of Estação Ecológica da Serra das Araras, state of Mato Grosso, Brazil: Additions and review. *Check List* 14(5): 893–922. <https://doi.org/10.15560/14.5.893>
- Whelan CJ, Wenny DG, Marquis RJ (2008) Ecosystem Services Provided by Birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134(1): 25–60. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>
- Wickham H (2016) ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4>
- Yabe RDS, Marques EJ, Marini MÂ (2010) Movements of birds among natural vegetation patches in the Pantanal, Brazil. *Bird Conservation International* 20(4): 400–409. <https://doi.org/10.1017/S0959270910000067>

Material Suplementar

Tabela S1 Lista dos documentos encontrados na busca cienciométrica sobre Aves no Pantanal, com recorte temporal de 1989 a 2019. Os termos "Aves", "Bird" e "Pantanal" estiveram presentes no título, resumo e/ou palavras-chave dos documentos encontrados nas bases e/ou repositórios *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science*, e *Science Direct*, e no Google Acadêmico os termos estiveram presentes apenas no título. A busca dos documentos foi conduzida em Janeiro de 2020.

Ano	Autores	Título	Jornal	Área de Conhecimento
1989	Munn C.A., Thomsen J.B., Yamashita C.	The hyacinth macaw	Audubon wildlife report 1989/1990	Conservação
1990	Cintra R., Yamashita C.	Habitats, Abundância e Ocorrência das espécies de aves do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil	Papéis Avulsos de Zoologia	Ecologia
1994	Hylander L.D., Silva E.C., Oliveira L.J., Silva S.A., Kuntze E.K., Silva D.X.	Mercury levels in Alto Pantanal: A screening study	Ambio	Saúde Animal
1994	Antas P.T.Z.	Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands	Bird Conservation International	Ecologia
1996	Hanagarth W., Beck S.G.	Biogeography of the Beni Savannas of Bolivia	Geographische Rundschau	Distribuição Geográfica
1997	Alho C.J.R., Vieira L.M.	Fish and wildlife resources in the Pantanal wetlands of Brazil and potential disturbances from the release of environmental contaminants	Environmental Toxicology and Chemistry	Saúde Animal
2001	Sazima M., Vogel S., Prado A.L.L., Oliveira D.M.M., Franz G., Sazima I.	The sweet jelly of <i>Combretum lanceolatum</i> flowers (Combretaceae): a cornucopia resource for bird pollinators in the Pantanal, western Brazil	Plant Syst. Evol	Ecologia
2002	Del Lama S.N., Lopes I.F., Del Lama M.A.	Genetic variability and level of differentiation among Brazilian Pantanal Wood Stork populations	Biochemical Genetics	Genética
2002	Seixas G.H.F., Mourão G.M.	Nesting success and hatching survival of the Blue-fronted Amazon (<i>Amazona aestiva</i>) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil	Journal of Field Ornithology	Ecologia
2002	Tubelis D.P., Tomas W.M.	Revisão e Atualização da Listagem de Espécies de Aves Registradas na Planície do Pantanal	Embrapa	Faunística
2003	Tubelis D.P., Tomas W.M.	Bird species of the Pantanal wetland, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Faunística
2003	Bouton S.N., Frederick P.C.	Stakeholders' perceptions of a wading bird colony as a community resource in the Brazilian Pantanal	Conservation Biology	Conservação
2003	Araujo A.C., Sazima M.	The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the "capoes" of Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil	Flora	Ecologia
2003	Tubelis D.P., Tomas W.M.	The contributions of museum collections and of records not involving collections to the knowledge of the bird species composition of the Pantanal, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Conservação
2004	Nunes A.P., Tomas W.M.	Aves Migratórias Ocorrentes no Pantanal: Caracterização e Conservação	Embrapa	Conservação
2004	Ragusa-Netto J.	Flowers, fruits, and the abundance of the yellow-chevrons parakeet (<i>Brotogeris chiriri</i>) at a gallery forest in the South Pantanal (Brazil).	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2004	Rocha C.D., Del Lama S.N., De Almeida Regitano L.C.	Lack of genetic structuring among tropical Brazilian wood stork populations and low genetic differentiation from North American populations	Biotropica	Genética

2004	Guedes N.M.R.	Management and conservation of the large macaws in the wild	Ornitologia Neotropical	Conservação
2004	Galetti M., Guimarães Jr. P.R.	Seed dispersal of <i>Attalea phalerata</i> (Palmae) by Crested caracaras (<i>Caracara plancus</i>) in the Pantanal and a review of frugivory by raptors	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2005	Nunes A.P., Tomas W.M., Tambelini F.A.T.	Aves da Fazenda Nhimirim, Pantanal da Nhecolândia, MS	Embrapa	Faunística
2005	Bouton S.N., Frederick P.C., Rocha C.D., Barbosa Dos Santos A.T., Bouton T.C.	Effects of tourist disturbance on Wood Stork nesting success and breeding behavior in the Brazilian Pantanal	Waterbirds	Conservação
2005	Ragusa-Netto J.	Extensive consumption of <i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. (Bignoniaceae) nectar by parrots in a Tecoma savanna in the southern Pantanal (Brazil)	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2005	Zettermann C.D., Nascimento A.A., Tebaldi J.A., Szabó M.J.P.	Observations on helminth infections of free-living and captive rheas (<i>Rhea americana</i>) in Brazil	Veterinary Parasitology	Saúde Animal
2005	Herzog S.K., Soria Auza R.W., Bennett Hennessey A.	Patrones ecorregionales de riqueza, endemismo y amenaza de la avifauna boliviana: prioridades para la planificación ecorregional	Ecología en Bolivia	Conservação
2005	Harris M.B., Tomas W.M., Mourão G.M., Da Silva C.J., Guimarães E., Sonoda F., Fachim E.	Safeguarding the pantanal wetlands: Threats and conservation initiatives	Conservation Biology	Conservação
2006	Ragusa-Netto J.	Abundance and frugivory of the Toco toucan (<i>Ramphastos toco</i>) in a gallery forest in Brazil's southern Pantanal	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2006	Nunes A.P., Tizianel F.A.T., Tomas W.M.	Aves ameaçadas ocorrentes no Pantanal	Embrapa	Conservação
2006	de Freitas Raso T., Seixas G.H.F., Guedes N.M.R., Pinto A.A.	Chlamydophila psittaci in free-living Blue-fronted Amazon parrots (<i>Amazona aestiva</i>) and Hyacinth macaws (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>) in the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil	Veterinary Microbiology	Saúde Animal
2006	Lopes I.F., de Brito R.A., Henrique-Silva F., Del Lama S.N.	Demographic history of wood stork (<i>Mycteria americana</i>) Brazilian Pantanal colonies revealed by mitochondrial DNA analysis	Genetics and Molecular Biology	Genética
2006	Pinho J.B., Lopes L.E., Morais D.H., Fernandes A.M.	Life history of the Mato Grosso Antbird <i>Cercomacra melanaria</i> in the Brazilian Pantanal	Ibis	Ecologia
2006	Vieira L.M.	Penas de aves como indicadores de mercúrio no Pantanal.	Embrapa	Saúde Animal
2006	Ragusa-Netto J., Fecchio A.	Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the Southern Pantanal (Brazil)	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2006	Figueira J.E.C., Cintra R., Viana L.R., Yamashita C.	Spatial and temporal patterns of bird species diversity in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: implications for conservation	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2006	Junk W.J., Brown M., Campbell I.C., Finlayson M., Gopal B., Ramberg L., Warner B.G.	The comparative biodiversity of seven globally important wetlands: A synthesis	Aquatic Sciences	Conservação
2007	Silva J.F., Rubio T.C.	Combretum laceolatum as a food resource for birds in the Brazilian Pantanal	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2007	Capllonch P., Ortiz D.	Does the Masked Yellowthroat (<i>Geothlypis aequinoctialis velata</i>) migrate?	Ornitologia Neotropical	Distribuição Geográfica
2007	Lopes I.F., Miño C.I., Del Lama S.N.	Genetic diversity and evidence of recent demographic expansion in waterbird populations from the Brazilian Pantanal	Brazilian Journal of Biology	Genética
2007	Miño C.I., Del Lama S.N.	Genetic structure in Brazilian breeding colonies of the Roseate Spoonbill (<i>Platalea ajaja</i> , Aves: Threskiornithidae)	Genetics and Molecular Research	Genética
2007	Pivatto M.A.C., Sabino J.	Infra-estrutura receptiva para o turismo de observação de aves no Pantanal Sul e Planalto da Bodoquena, Mato Grosso do Sul	Revista Acadêmica	Educação Ambiental

2007	Ragusa-Netto J.	Nectar, fleshy fruits and the abundance of parrots at a gallery forest in the southern Pantanal (Brazil)	Studies on Neotropical Fauna and Environment	Ecologia
2007	Carrara L.A., Antas P.T.Z., Yabe R.S.	Nidificação do gavião-relógio <i>Micrastor semitorquatus</i> (Aves: Falconidae) no Pantanal Mato-grossense: dados biométricos, dieta dos ninhos e disputa com araras	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2007	Pivatto M.A.C., Sabino J., Favero S., Michels I.L.	Perfil e viabilidade do turismo de observação de aves no Pantanal Sul e Planalto da Bodoquena (Mato Grosso do Sul) segundo interesse dos visitantes	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Educação Ambiental
2008	Pizo M.A.	An apparent instance of predation on a Yellow-billed Cardinal (<i>Paroaria capitata</i>) by the Chopti Blackbird (<i>Gnorimopsar chopti</i>)	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2008	Pivatto M.A.C., Donatelli R.J., Manço D.G.	Aves da Fazenda Santa Emília, Aquidauana, Mato Grosso Do Sul	Atualidades Ornitológicas	Faunística
2008	Nunes A.P., Tomas W.M.	Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal	Embrapa	Conservação
2008	Alho C.J.R.	Biodiversity of the Pantanal: Response to seasonal flooding regime and to environmental degradation	Brazilian Journal of Biology	Conservação
2008	Rubio T.C., Pinho J.B.	Biologia reprodutiva de <i>Synallaxis albilora</i> (Aves: Furnariidae) no Pantanal de Poconé, Mato Grosso	Papéis Avulsos de Zoologia	Ecologia
2008	Amaral P.P., Ragusa-Netto J.	Bird mixed-flocks and nuclear species in a tecoma savanna in the Pantanal	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2008	Pizo M.A., Donatti C.I., Guedes N.M.R., Galetti M.	Conservation puzzle: Endangered hyacinth macaw depends on its nest predator for reproduction	Biological Conservation	Ecologia
2008	Faria P.J., Guedes N.M.R., Yamashita C., Martuscelli P., Miyaki C.Y.	Genetic variation and population structure of the endangered Hyacinth Macaw (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>): Implications for conservation	Biodiversity and Conservation	Genética
2008	Benites M., Mamede S.B.	Mamíferos e aves como instrumentos de educação e conservação ambiental em corredores de biodiversidade do Cerrado, Brasil	Mastozoologia neotropical	Educação Ambiental
2008	Nunes A.P., da Silva P.A., Tomas W.M.	New records to the checklist of birds from Pantanal, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Faunística
2008	Santos M.H., Lopes I.F., Del Lama S.N.	Population genetic study of mitochondrial DNA in Roseate spoonbill (Aves; <i>Platalea ajaja</i>) breeding colonies from the Pantanal wetlands, Brazil	Biochemical Genetics	Genética
2009	Chiaravalloti R.M., Tomas W.M., Tizianel F.A.T., Camilo A.R.	Aves, Accipitridae, <i>Harpyhaliaetus coronatus</i> : a documented record in the Pantanal wetland	Check List	Distribuição Geográfica
2009	Yabe R.S.	Birds of Pantanal forest patches and their movements among adjacent habitats	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2009	Allgayer M.C., Guedes N.M.R., Chiminazzo C., Cziulik M., Weimer T.A.	Clinical pathology and parasitologic evaluation of free-living nestlings of the hyacinth Macaw (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>)	Journal of Wildlife Diseases	Saúde Animal
2009	França L.F., Ragusa-Netto J., Paiva L.V.	Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (<i>Ramphastos toco</i>) em dois habitats do Pantanal Sul	Biota Neotropica	Ecologia
2009	Pinho J.B., Lopes L.E., Maldonado-Coelho M., Rubio T.C., Bernardon B.	Habitat associations and nests of band-tailed antbirds (<i>Hypocnemoides maculicauda</i>) in the Brazilian pantanal	Wilson Journal of Ornithology	Ecologia
2009	Barkin D.	The construction of mega-projects and the reconstruction of the world	Capitalism, Nature, Socialism	Conservação
2010	Nunes A.P., Tizianel F.A.T., Melo A.V., Nascimento V., Machado N.	Aves da Estrada Parque Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil	Atualidades Ornitológicas	Faunística
2010	Parrini R., Raposo M.A.	Aves explorando flores de <i>Erythrina fusca</i> (Leguminosae, Fabaceae) durante a estação seca no Pantanal de Mato Grosso	Iheringia. Série Zoologia	Ecologia

2010	Nóbrega P.F.A., Pinho J.B.	Biologia reprodutiva e uso de habitat por <i>Cantorichilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845) (Aves, Troglodytidae) no Pantanal, Mato Grosso, Brasil	Papéis Avulsos de Zoologia	Ecologia
2010	Sazima I., Sazima C.	Brazilian cleaner birds: update and brief reappraisal	Biota Neotropica	Ecologia
2010	Mourão G.M., Tomas W.M., Campos Z.M.S.	How much can the number of jabiru stork (Ciconiidae) nests vary due to change of flood extension in a large Neotropical floodplain?	Zoologia (Curitiba)	Ecologia
2010	Yabe R.S., Marques E.J., Marini M.Â.	Movements of birds among natural vegetation patches in the Pantanal, Brazil	Bird Conservation International	Ecologia
2010	Evangelista M.M., Pinho J.B., Chupel T.F.	Nest and eggs description of <i>Zebrilus undulatus</i> (Gmelin, 1789) (Ciconiiformes: Ardeidae) in Pantanal of Poconé Region, Mato Grosso State, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2010	Faxina C., Fischer E., Benites M.	The Black-backed Grosbeak goes far beyond the Pantanal: records of <i>Pheucticus aureoventris</i> (Cardinalidae) in the Parana basin	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Distribuição Geográfica
2011	Alho C.J.R., Sabino J.	A conservation agenda for the Pantanal biodiversity	Brazilian Journal of Biology	Conservação
2011	Desbiez A.L.J., Bernardo C.S.S.	Density estimates of the Bare-faced Curassow (<i>Crax fasciolata</i>) in the Brazilian Pantanal	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2011	Melo G.L., Penatti N.C., Raizer J.	Fruit of a contrasting colour is more detectable by frugivores	Journal of Tropical Ecology	Ecologia
2011	Lopes I.F., Tomasulo-Seccomandi A.M., Bryan Jr. A.L., Brisbin Jr. I.L., Glenn T.C., Del Lama S.N.	Genetic status of the wood stork (<i>Mycteria americana</i>) from the southeastern United States and the Brazilian Pantanal as revealed by mitochondrial DNA analysis	Genetics and Molecular Research	Genética
2011	Ubaid F.K.	Greater Anis (<i>Crotophaga major</i>) commensal foraging with freshwater fish in the Pantanal Floodplain, Brazil	Wilson Journal of Ornithology	Ecologia
2011	Figueira J.E.C., Mourão F.A., Coelho A.S.	Habitat heterogeneity and climatic seasonality structure the avifauna trophic guilds in the Brazilian Pantanal wetland	Canadian Journal of Zoology	Ecologia
2011	Ubaid F.K., Ferreira L.P., Oliveira Júnior S.B., Antas P.T.Z.	Primeiro registro de <i>Harpia harpyja</i> para o bioma Pantanal, com dados sobre atividade reprodutiva	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Distribuição Geográfica
2011	Nunes A.P.	Quantas espécies de aves ocorrem no Pantanal brasileiro?	Atualidades Ornitológicas	Faunística
2011	Del Lama S.N., Dosualdo Rocha C., Figueiredo Jardim W., Tsai J.S., Frederick P.C.	Sedentary nestlings of Wood Stork as monitors of mercury contamination in the gold mining region of the Brazilian Pantanal	Environmental Research	Saúde Animal
2011	Signor C.A., Pinho J.B.	Spatial diversity patterns of birds in a vegetation mosaic of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil	Zoologia (Curitiba)	Ecologia
2012	Valadão R.M.	As aves da Estação Ecológica Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil	Biota Neotropica	Faunística
2012	Lara K.M., Pinho J.B., Silveira R.M.L.	Biologia reprodutiva de <i>Taraba major</i> (Aves, Thamnophilidae) na região do Pirizal, Porção Norte do Pantanal, Mato Grosso, Brasil	Papéis Avulsos de Zoologia	Ecologia
2012	Tortato F.R., Bonanomi J.	Competition for cavity between <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Latham, 1790) (Psittacidae) and <i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769) (Tytonidae) in the Pantanal of Paiguas region, Corumba, Mato Grosso do Sul, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2012	Cestari C.	Curiosidades sobre bioacustica e comportamento de algumas aves no Pantanal	Atualidades Ornitológicas	Educação Ambiental
2012	Severo-Neto F.	Geophagy in two parrot species in southern Pantanal, Brazil	Biota Neotropica	Ecologia
2012	Forti L.R., Nóbrega P.F.A.	Prey-capture efficiency between juveniles and adults, feeding habitat and abundance of Wattled Jacana foragers in northern Pantanal, Mato Grosso state, Brazil	Brazilian Journal of Biology	Ecologia

2012	Pinho J.B., Marini M.Â.	Using birds to set conservation priorities for Pantanal wetland forests, Brazil	Bird Conservation International	Ecologia
2013	Paiva L.V., Ragusa-Netto J., Fernandes França L.	Availability of food and abundance of <i>Ortalis canicollis</i> during the dry season in Southern Pantanal forests, Brazil	Neotropical Biology and Conservation	Ecologia
2013	Nunes A.P., Godoi M.N., Pivatto M.A.C., Morante J.C., Patrial E.W., Silva P.A., Stavis V.K., Manco D.D., Costacurta M.D., Leuchtenberger C., Lehn C.R.	Birds of the Serra de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Faunística
2013	Faria R.R., Braga R.T., Miotto C.L., Paranhos Filho A.C., Souza F.L., Bini L.M.	Correspondências entre classificações fisiográficas e padrões espaciais de assembleias de aves e mamíferos no Pantanal Brasileiro	Ecología austral	Conservação
2013	Lopes I.F., Miño C.I., Rocha C.D., Oliveira D.M.M., Del Lama S.N.	Inferred kinship patterns reveal low levels of extra-pair paternity in the endangered Neotropical Jabiru Stork (<i>Jabiru mycteria</i> , Aves: Ciconiiformes)	Genetica	Genética
2013	Ubaid F.K., Antas P.T.Z.	Novos registros de aves para a Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal, Barão de Melgaço, MT	Ornithologia	Faunística
2013	Ubeda B., Di Giacomo A.S., Neiff J.J., Loiselle S.A., Poi A.S.G., Galvez J.A., Casco S., Cozar A.	Potential Effects of Climate Change on the Water Level, Flora and Macro-fauna of a Large Neotropical Wetland	PLoS ONE	Conservação
2013	Lozano J., Malo A.F.	Relationships between human activity and richness and abundance of some bird species in the Paraguay river (Pantanal, Brazil)	Ardeola	Conservação
2014	Barbosa K.V.C., Filadelfo T., Guedes N.M.R.	Artificial incubation and introduction of a collared forest-falcon <i>Micrastur semitorquatus</i> chick into a natural nest in southern pantanal, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2014	Pinho J.B., Marini M.Â.	Birds' nesting parameters in four forest types in the Pantanal wetland	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2014	Pinto-Ledezma J.N., Sandoval X.V., Pérez V.N., Caballero T.J., Mano K., Pinto Viveros M.A., Sosa R.	Desarrollo de un modelo espacial explícito de hábitat para la paraba jacinta (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>) en el Pantanal boliviano (Santa Cruz, Bolivia)	Ecología en Bolivia	Conservação
2014	Gaiotti M.G., Pinho J.B.	Diet of the Fuscous Flycatcher <i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831) - Aves, Tyrannidae - in three habitats of the northern Pantanal, Mato Grosso, Brazil	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2014	Donatelli R.J., Posso S.R., Toledo M.C.B.	Distribution, composition and seasonality of aquatic birds in the Nhecolândia sub-region of South Pantanal, Brazil	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2014	Bernardon B., Nóbrega P.F.A., Pinho J.B.	Reproductive biology and nest-site selection of the Mato Grosso Antbird <i>Cercomacra melanaria</i> in the Brazilian Pantanal	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2014	Almeida S.M., Strüssmann C., Anjos-Silva E.J.	Snake's exuviae as habitual nesting material of the Black-capped Donacobius (<i>Donacobius atricapilla</i>) (Passeriformes: Donacobiidae) in the Pantanal wetlands	Ornitologia Neotropical	Ecologia
2015	Almeida S.M., Anjos-Silva E.J.	Associations between birds and social wasps in the pantanal wetlands	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2015	Ganchev T.D., Jahn O., Marques M.I., Figueiredo J.M., Schuchmann K.L.	Automated acoustic detection of <i>Vanellus chilensis</i> lampronotus	Expert Systems With Applications	Ecologia
2015	Ragusa-Netto J.	Chaco chachalaca (<i>Ortalis canicollis</i> , Wagler, 1830) feeding ecology in a gallery forest in the South Pantanal (Brazil)	Brazilian Journal of Biology	Ecologia
2015	Nogueira M.L., Piranda E.M., Silva M.B., Ilha I.M.N., Paludetto N.A., Benites V.A.	Observação de aves e atividades lúdicas no ensino de ciências e educação ambiental no Pantanal (MS)	Revista Brasileira de Educação Ambiental	Educação Ambiental
2015	Del Lama S.N., Avelar L.H.D., Nascimento J.L.X.	Post-breeding movements of Wood Storks in Brazil and Argentina	Journal of Field Ornithology	Ecologia
2015	Marchesi M.D., Rossi J.L., Guedes N.M.R., Carneiro M.T.W.D., Endringer D.C., Camargo Filho C.B.	Relationship between weight, age and hatching success and the concentration of heavy metals in nestling blue macaw (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> Latham, 1790) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul	Pesquisa Veterinária Brasileira	Saúde Animal

2015	Ramos D.G.S., Melo A.L.T., Martins T.F., Alves A.S., Pacheco T.A., Pinto L.B., Pinho J.B., Labruna M.B., Dutra V., Aguiar D.M., Pacheco R.C.	Rickettsial infection in ticks from wild birds from Cerrado and the Pantanal region of Mato Grosso, midwestern Brazil	Ticks and Tick-borne Diseases	Saúde Animal
2015	Fontoura F.M., Matias R., Ludwig J., Oliveira A.K.M., Bono J.A.M., Martins P.F.R.B., Corsino J., Guedes N.M.R.	Seasonal effects and antifungal activity from bark chemical constituents of <i>Sterculia apetala</i> (Malvaceae) at Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul, Brazil	Acta Amazonica	Saúde Animal
2015	Santos F.M., Jansen A.M., Mourão G.M., Jurberg J., Nunes A.P., Herrera H.M.	Triatominae (Hemiptera, reduviidae) in the pantanal region: Association with <i>Trypanosoma cruzi</i> , different habitats and vertebrate hosts	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	Saúde Animal
2016	Lopes L.E., Pinho J.B., Ortiz A., Evangelista M.M., Silveira L.F., Schunck F., Develey P.F.	Birds from Caceres, Mato Grosso: the highest species richness ever recorded in a Brazilian non-forest region	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Faunística
2016	Pinho J.B., Lopes L.E., Marini M.Â.	Birds from the Pirizal region, Pantanal of Pocone, Mato Grosso, Brazil	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Faunística
2016	Heming N.M., Jezuino P.	Crab as food resource for the Snail Kite, <i>Rostrhamus sociabilis sociabilis</i> (Aves, Accipitridae), in the Pantanal wetland, Brazil	North-Western Journal of Zoology	Ecologia
2016	Centrón S., Smith P., Del Castillo H., Clay R.P., Pérez N.	Distribution and status of the Rufous-tailed Jacamar <i>Galbula ruficauda</i> (Aves: Galbulidae) in Paraguay	Revista Peruana de Biología	Distribuição Geográfica
2016	Pinto L.B., Ometto T., Araújo J., Thomazelli L.M., Seixas M.M., Barbosa C.M., Ramos D.G.S., Melo A.L.T., Pinho J.B., Durigon E.L., Aguiar D.M.	Investigation of Influenza A, West Nile and Newcastle Disease Viruses in Birds from the Pantanal Wetlands of Mato Grosso, Brazil	Brazilian Journal of Poultry Science	Saúde Animal
2016	Dias R.I., Manica L.T., Gressler D., Bell J.A., Fecchio A.	Plumage coloration, body condition and immunological status in Yellow-billed Cardinals (<i>Paroaria capitata</i>)	Ethology Ecology and Evolution	Saúde Animal
2016	Bernarde P.S., da Silva A.M., Recoder R.	Predation on the lizard <i>Pantodactylus parkeri</i> Ruibal, 1952 (Squamata: Gymnophthalmidae) by <i>Guira guira</i> (Aves, Cuculidae) in the Pantanal at Pocone, Western Brazil	Herpetology Notes	Ecologia
2016	Sazima I.	The Purplish Jay rides wild ungulates to pick food	Revista Brasileira de Ornitologia / Ararajuba	Ecologia
2016	Keppeler F.W., Cruz D.A., Dalponti G., Mormul R.P.	The role of deterministic factors and stochasticity on the trophic interactions between birds and fish in temporary floodplain ponds	Hydrobiologia	Ecologia
2016	Ogrzewalska M., Pinter A.	Ticks (Acari: Ixodidae) as ectoparasites of Brazilian wild birds and their association with rickettsial diseases	Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science	Saúde Animal
2017	Jahn O., Ganchev T.D., Marques M.I., Schuchmann K.L.	Automated sound recognition provides insights into the behavioral ecology of a tropical bird	PLoS ONE	Ecologia
2017	Machado N.G., Rocha L.A., Silva N.D., da Silva D.F.N., Florencio F.P., Fernandes T.B.S.	Biodiversity in urban green space: a case study in the neotropics	Nativa	Conservação
2017	Nunes A.P., Straube F.C., Laps R.R., Posso S.R.	Checklist das aves do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil	Iheringia. Série Zoologia	Faunística
2017	Eaton D.P., Sada D.W., Santos M.D.C.A.	Citizen scientists help unravel the nature of cattle impacts on native mammals and birds visiting fruiting trees in Brazil's southern Pantanal	Biological Conservation	Ecologia
2017	Lários M.C., Nunes da Cunha C., Penha J., Landeiro V.L., Pinho J.B., Aragona M., Valério L.M., Strüssmann C., Marques M.I., Lourenço L.S., Chupel T.F., Fernandes I.M.	Evidence of cross-taxon congruence in Neotropical wetlands: Importance of environmental and spatial factors	Global Ecology and Conservation	Conservação

2017	Miño C.I., Avelar L.H.D.S., da Silva F.M., Perez M.F., Menezes L.F., Del Lama S.N.	Genetic differentiation and historical demography of wood stork populations in Brazilian wetlands: Implications for the conservation of the species and associated ecosystems	Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems	Genética
2017	Tavares L.E.R., Campiao K.M., Costa-Pereira R., Paiva F.	Helminth endoparasites of wildlife vertebrates in Mato Grosso do Sul, Brazil	Iheringia Serie Zoologia	Saúde Animal
2017	Pinho J.B., Aragona M., Hakamada K.Y.P., Marini M.Â.	Migration patterns and seasonal forest use by birds in the Brazilian Pantanal	Bird Conservation International	Ecologia
2017	Severo-Neto F., Leuzinger L., Faria S.P.	<i>Oxyura vittata</i> (Philippi, 1860) (Aves, Anatidae): Range extension and first record from the Upper Paraguay basin, Brazil	Check List	Distribuição Geográfica
2017	Smaniotto N.P., Moreira L.F.B., Dorado-Rodrigues T.F.	Register of predation upon species of reptiles by <i>Guira guira</i> (Aves: Cuculidae)	Neotropical Biology and Conservation	Ecologia
2017	Sebastián-González E., Pires M.M., Donatti C.I., Guimarães P.R., Dirzo R.	Species traits and interaction rules shape a species-rich seed-dispersal interaction network	Ecology and Evolution	Ecologia
2017	Donatelli R.J., Eaton D.P., Sementili-Cardoso G., Vianna R.M., Gerotti R.W., Rodrigues F.G., Martins R.M.	Temporal and spatial variation of richness and abundance of the community of birds in the Pantanal wetlands of Nhecolândia (Mato Grosso do Sul, Brazil)	Revista De Biologia Tropical	Ecologia
2017	Bodrati A., Smith P., del Castillo H., Trejo A.	The owls of Paraguay	Neotropical Owls: Diversity and Conservation	Conservação
2018	Nunes A.P., Vasconcelos M.F., Hoffmann D., Souza L.N., Gomes C.R.G., Epifânio A.D., Godoi M.N., Tizianel F.A.T., Straube F.C., Silva P.A., Posso S.R., Laps R.R., Faria S.P., Tomas W.M.	Aves da borda oeste do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil	Atualidades Ornitológicas	Faunística
2018	Vitorino B.D., Frota A.V.B., Castrillon S.K.I., Nunes J.R.S.	Birds of Estação Ecológica da Serra das Araras, state of Mato Grosso, Brazil: Additions and review	Check List	Faunística
2018	Seixas G.H.F., Mourão G.M.	Communal roosts of the Blue-fronted Amazons (<i>Amazona aestiva</i>) in a large tropical wetland: Are they of different types?	PLoS ONE	Ecologia
2018	Da Silva F.M., Miño C.I., Izbicki R., Del Lama S.N.	Considerations for monitoring population trends of colonial waterbirds using the effective number of breeders and census estimates	International Journal of Business Innovation and Research	Genética
2018	Chahad-Ehlers S., Fushita A.T., Lacorte G.A., Assis P.C.P.D., Del Lama S.N.	Effects of habitat suitability for vectors, environmental factors and host characteristics on the spatial distribution of the diversity and prevalence of haemosporidians in waterbirds from three Brazilian wetlands	Parasites and Vectors	Saúde Animal
2018	Diniz A.P.T.	Infinitesimal poetics of the sedimented ground: The pantanal in manoel de Barros	Mosaic	Educação Ambiental
2018	Torrecilha S., Ochoa-Quintero J.M., Laps R.R., Ribeiro D.B.	Records of threatened bird and mammal species in Mato Grosso do Sul State, Brazil	Data in Brief	Conservação
2018	Schuchmann K.L., Hegmann M., Schley M., Marques M.I., Deus F.F.D., Weller A.A.	Reproduction and agonistic behavior of black skimmers (<i>Rynchops niger</i>) in a mixed-species colony in the Brazilian Pantanal	Studies on Neotropical Fauna and Environment	Ecologia
2018	Fischer W., Godoi R.F., Filho A.C.P.	Roadkill records of reptiles and birds in Cerrado and Pantanal landscapes	Check List	Ecologia
2019	Mamede S.B., Benites M., Esquivel A., Clay R., Merighi G.L., Alho C.J.R.	Turismo de observação de aves no Chaco: oportunidades e desafios ao Corredor Biocênico, segmento Brasil / Paraguai	Interações	Educação Ambiental
2019	Scherer-Neto P., Guedes N.M.R., Toledo M.C.B.	Long-term monitoring of a hyacinth macaw <i>Anodorhynchus hyacinthinus</i> (Psittacidae) roost in the Pantanal, Brazil	Endangered Species Research	Conservação

2019	Almeida T.R.A., Presti F.T., Cruz V.P., Wasko A.P.	Genetic analysis of the endangered Hyacinth Macaw (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>) based on mitochondrial markers: different conservation efforts are required for different populations	Journal of Ornithology	Genética
2019	Blanco G., Tella J.L., Díaz-Luque J.A., Hiraldo F.	Multiple External Seed Dispersers Challenge the Megafaunal Syndrome Anachronism and the Surrogate Ecological Function of Livestock	Frontiers in Ecology and Evolution	Ecologia
2019	Simi W.B., Leite Jr. D.P., Paula C.R., Hoffmann-Santos H.D., Takahara D.T., Hahn R.C.	Yeasts and filamentous fungi in psittacidae and birds of prey droppings in midwest region of Brazil: A potential hazard to human health	Brazilian Journal of Biology	Saúde Animal
2019	Godoi M.N., Souza E.O., Morante-Filho J.C.	Estrutura de comunidades de aves de áreas úmidas do Pantanal e Cerrado Sul mato-grossense	Oecologia Australis	Ecologia

CAPÍTULO 2

Aves do sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiamã e zona de entorno, Pantanal, Brasil

Publicado como:

Frota AVB, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JRS (2020)
Birds of the Ramsar site Estação Ecológica de Taiamã and buffer zone, Pantanal
wetlands, Brazil. Check List 16 (2): 401–422. <https://doi.org/10.16650/16.2.401>

[A cópia desta obra é certificada pela Creative Commons Attribution License
(CC BY 4.0), e não infringe os dispositivos da Lei nº 9610/98]

Resumo

A Estação Ecológica de Taiaçu (EET) é um dos sítios Ramsar no Pantanal do Brasil. Apresentamos uma lista comentada das espécies de aves registradas entre 2015 e 2018, juntamente com uma compilação de dados existentes para esta área. Em nossa amostragem, 207 espécies foram registradas, com 76% documentadas. Tivemos o primeiro registro de *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758) para o Pantanal e região Central do Brasil. Outras 30 espécies são novos registros para a EET, como a migrante *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758. A lista geral compreende 24 ordens, 60 famílias, e 278 espécies, das quais 160 foram incluídas na lista primária e 118 na lista secundária. Este estudo fornece um suporte para a conservação da biodiversidade no Pantanal. A EET e sua zona de entorno são importantes para a manutenção da biodiversidade e a expansão de seus limites pode promover ainda mais a conservação de aves em áreas úmidas brasileiras.

Palavras-chave

Áreas protegidas, aves aquáticas, inventário ornitológico, migração de aves, migrantes neárticas, planície de inundação, rio Paraguai.

Abstract

The Estação Ecológica de Taiaçu (EET) is one of the Ramsar sites in the Pantanal wetlands of Brazil. We present an annotated list of bird species recorded between 2015 and 2018, along with a compilation of existing data for this area. In our sampling, 207 species were recorded, with 76% documented. We have the first record of *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758) for the Pantanal and Central region of Brazil. Another 30 species are new records for EET, such as the migrant *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758. The general list comprises 24 orders, 60 families, and 278 species, of which 160 were assigned to the primary list and 118 to the secondary list. This study will aid in the conservation of biodiversity in the Pantanal. The EET and its buffer zone are important for maintaining biodiversity and expanding its boundaries may further promote the conservation of birds in Brazilian wetlands.

Keywords

Bird migration, floodplain, Nearctic migrant, ornithological inventory, Paraguay River, protected areas, waterbirds.

Introdução

O Pantanal é regulado pelo processo natural de pulsos de inundação, com biodiversidade adaptada à dinâmica hídrica e à paisagem heterogênea (Junk et al. 1989; Junk e Da Silva 1996). No Pantanal brasileiro, ocorrem 582 espécies de aves (Nunes 2011), das quais 104 dependem diretamente das áreas úmidas (Junk et al. 2006). Os estudos com as aves nesta planície de inundação ainda apresentam lacunas de registro documentado, sendo necessária uma análise mais sistemática dos táxons, principalmente para a região noroeste (Tubelis e Tomas 2003). Dada a crescente pressão humana sobre o ecossistema pantaneiro, como grandes projetos de infraestrutura, expansão agrícola, mineração e os impactos das mudanças climáticas globais (Tomas et al. 2019), os inventários ornitológicos fornecem informações importantes para o desenvolvimento de estratégias e ações de conservação para a biodiversidade.

No Pantanal, encontra-se o sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiaí (EET), que tem sido uma área de proteção integral desde 1981 pelo decreto nº 86.061; a EET foi designada como uma Zona Úmida de Importância Internacional em 2018 (Brasil 2019). Os principais objetivos da EET são preservar a natureza e realizar estudos científicos, de acordo com a Lei Federal nº 9.985 de 2000 (Brasil 2000). Embora exista o conhecimento da ocorrência de algumas espécies de aves na área (Lopes et al. 2016; Brasil 2017), há uma dificuldade de acesso para a realização de estudos sistematizados na EET, devido às suas características na região flúvio-lacustre do Alto rio Paraguai (Wantzen et al. 2005).

As informações contidas nas listas de espécies são úteis para a compreensão e conservação da biodiversidade e de seus habitats (Silveira et al. 2010). O conhecimento da biodiversidade é essencial para planejar e tomar medidas estratégicas para proteger as áreas úmidas do Brasil, por isso, a nossa pesquisa visou preencher as lacunas no banco de dados de aves no Pantanal. O objetivo do nosso estudo foi inventariar para consolidar uma lista de espécies de aves que ocorrem no sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiaí, situada na planície de inundação do rio Paraguai. Também discutimos alguns aspectos da biologia e conservação dessas espécies.

Métodos

Área de estudo

A EET é uma ilha fluvial protegida na bacia do alto Paraguai, localizada nas coordenadas 16°48'S–16°58'S e 57°24'W–57°40'W no município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil (Figura 1). A EET inclui 11,555 ha da área úmida do Pantanal entre os rios Paraguai e Bracinho. De acordo com Kottek et al. (2006), o clima é do tipo Aw (quente e úmido), com uma precipitação anual de 1500 mm e temperaturas médias máximas e mínimas anuais de 32 °C e 20 °C, respectivamente. Veloso et al. (1991) classifica a vegetação da região como Floresta Sazonal Semidecidual Aluvial.

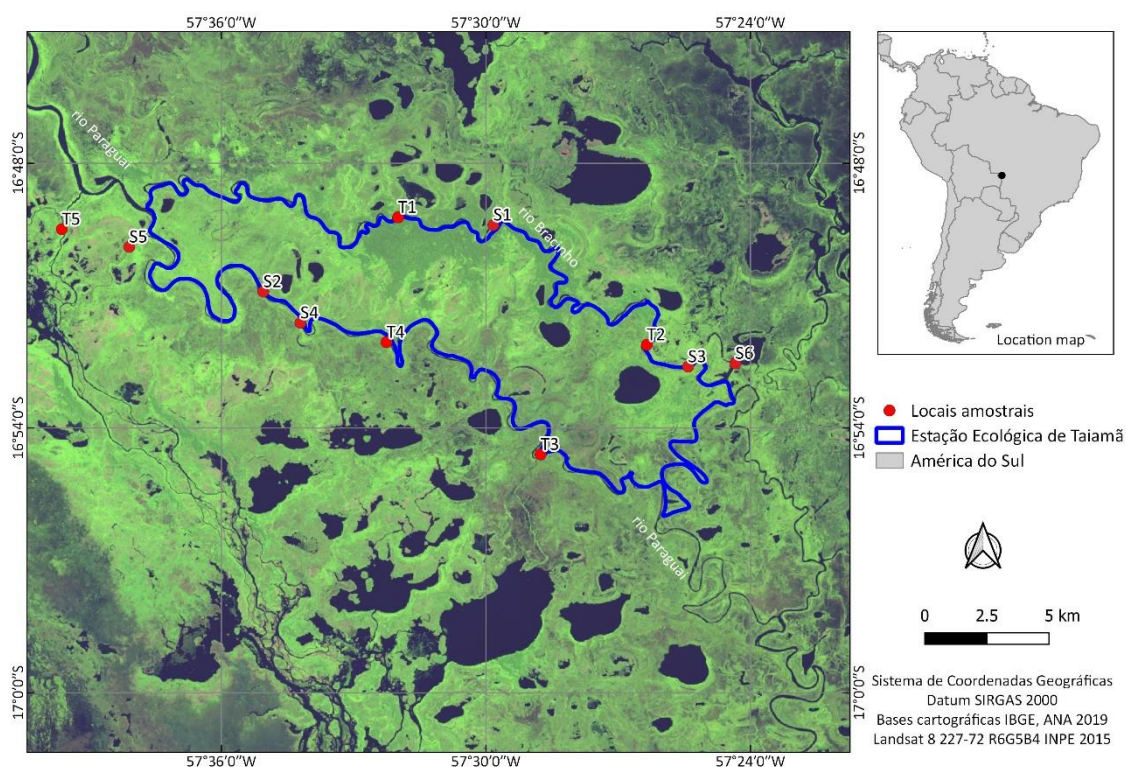


Figura 1 Estação Ecológica de Taiamã (EET), Pantanal, Brasil: localização, delimitação e locais amostrais da área monitorada.

A EET é caracterizada por uma paisagem com diferentes unidades funcionais, com Áreas de Transição Aquático-Terrestre (*Aquatic-Terrestrial Transition Zones* - ATTZ), Áreas Pantanosas, e Áreas Permanentemente Aquáticas. Dentre os principais macrohabitats estão a Floresta Monoespecífica

de Abobreiro (floresta dominada por *Erythrina fusca* Lour., que é conhecido localmente como “abobral”), Floresta de Arbustais e Pioneiras, que está presente nas margens dos rios, Campos Inundados compostos por plantas herbáceas, macrófitas aquáticas, e ilhas flutuantes (localmente conhecidas como “campos de batumes”, composto por plantas aquáticas e camadas de matéria orgânica acumuladas pelas mudanças hidrológicas), lagoas, e canal dos rios (Frota et al. 2017). A zona de entorno é caracterizada por lagos de depressão irregulares, alguns dos quais são interligados por canais de várzeas (Wantzen et al. 2005), campos inundados, macrófitas aquáticas, abobral, e campos de batumes.

Amostragem e análises

Coletamos os dados sistemáticos e não sistemáticos em vários macrohabitats da EET e sua zona de entorno. Primeiro, amostramos 36 dias de campo ao longo do ciclo hidrológico de 2015-2016. Posteriormente, realizamos novas expedições na área por meio da Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) no Pantanal “Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do Alto rio Paraguai (DARP)” e adicionamos os 40 dias de campo ao longo do ciclo hidrológico de 2017-2018 para incrementar a composição de espécies na nossa lista. Identificamos espécies de aves e contamos os indivíduos por contato visual e sonoro, com auxílio de binóculos 10 × 42 mm, gravador sonoro, câmera fotográfica, guia de aves (Erize et al. 2006; Ridgely e Tudor 2009; Gwynne et al. 2010) e literatura especializada (Sick 1997; del Hoyo et al. 2017).

Quando era possível, nós documentamos as espécies de aves com registro de fotos e gravações das vozes. Estes registros foram depositados no Wikiaves (<http://www.wikiaves.com.br>). Seguimos a lista do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Piacentini et al. 2015) para a classificação taxonômica. Utilizamos o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Brasil 2018) para o estado de conservação nacional e a *Red List of Threatened Species* (IUCN 2019) para o estado de conservação internacional. Para o comportamento migratório, seguimos a classificação de Somenzari et al. (2018): Migratória (MGT), Parcialmente Migratória (MPR), Vagante (VAG), e Não Definido (ND).

Para a pesquisa, usamos pontos de contagens (Blondel et al. 1970) ao longo dos rios com raio fixo de 50 m e 15 minutos para registrar todos os contatos

com as aves. Amostramos três tipos de macrohabitats (duas localidades para cada) no ciclo hidrológico de 2015-2016: Floresta de Arbustais e Pioneiras, Floresta Monoespecífica de *E. fusca* e Campos Inundados. Distribuímos dezesseis pontos ao longo de cada tipo de macrohabitat, espaçados pelo menos 200 m um do outro. Cada ponto foi amostrado por três dias consecutivos em duas estações cada (úmida e seca), no amanhecer e entardecer, totalizando 72 horas de observação. No ciclo hidrológico de 2017-2018, amostramos cinco transectos do sítio PELD/DARP com dez pontos em cada um, espaçados pelo menos 500 m um do outro. Os pontos foram amostrados ao amanhecer por dois dias em quatro períodos hidrológicos (enchente, cheia, vazante e estiagem), totalizando 100 horas de observação. No total, 11 locais (Tabela 1) e 98 pontos foram monitorados utilizando de uma embarcação para o deslocamento via fluvial (ver Material Suplementar, Tabela S1).

Tabela 1 Lista dos locais de amostragem das aves na Estação Ecológica de Taiamã (EET) e entorno, Pantanal, Brasil, informando o ciclo hidrológico, coordenada geográfica (ponto central dos locais) e macrohabitats predominantes.

Ciclo hidrológico	Nome	Código	Latitude	Longitude	Macrohabitats
2015–2016	Local 1	S1	16°49.28'S	057°32.30'W	Floresta monoespecífica com <i>Erythrina fusca</i> Lour. / macrófitas aquáticas / canal dos rios
	Local 2	S2	16°51.95'S	057°32.26'W	Floresta monoespecífica com <i>Erythrina fusca</i> Lour. / campos de batumes / canal dos rios
	Local 3	S3	16°51.92'S	057°32.88'W	Floresta de arbustais e pioneiras / canal dos rios
	Local 4	S4	16°52.48'S	057°26.29'W	Floresta de arbustais e pioneiras / canal dos rios
	Local 5	S5	16°50.04'S	057°38.14'W	Campos inundados / canal dos rios e várzeas
	Local 6	S6	16°52.51'S	057°24.45'W	Campos inundados / lagoas / canal dos rios
2017–2018	Transecto 1	T1	16°49.53'S	057°31.13'W	Floresta monoespecífica com <i>Erythrina fusca</i> Lour. / macrófitas aquáticas / canal dos rios
	Transecto 2	T2	16°52.64'S	057°25.69'W	Floresta de arbustais e pioneiras / macrófitas aquáticas / canal dos rios
	Transecto 3	T3	16°54.06'S	057°28.63'W	Floresta de arbustais e pioneiras / campos de batumes / macrófitas aquáticas / canal dos rios
	Transecto 4	T4	16°51.86'S	057°32.41'W	Floresta monoespecífica com <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta de arbustais e pioneiras / macrófitas aquáticas / canal dos rios
	Transecto 5	T5	16°50.06'S	057°39.70'W	Campos inundados / macrófitas aquáticas / campos de batumes / lagoas / canal dos rios e várzeas

Atribuímos a frequência de ocorrência (FO) para cada espécie como o número de amostras onde uma determinada espécie foi registrada dividido pelo número total de amostras (D'Angelo Neto et al. 1998). As categorias de FO foram: muito frequente (100-75%); frequente (74-50%); razoavelmente frequente (49-25%); pouco frequente (< 25%), e infrequente para dados não-sistemáticos ou registros ocasionais.

Para novos registros, consideramos as bases cartográficas dos mapas de distribuição das espécies disponibilizados pela *BirdLife International* e *Handbook*

of the Birds of the World (2018). Nós usamos o QGIS v. 3.4.4 para ilustrar no mapa o novo registro. Também incluímos registros secundários para outros lugares da América do Sul (Dias et al. 2010; Quiroga et al. 2015; Gonsioroski; 2018; Franz et al. 2018; Wikiaves 2019), e que estão fora dos mapas de distribuição conhecida da espécie na BirdLife.

Para compilar a lista de espécies para a EET (dados sistemáticos e não sistemáticos), combinamos nossos dados de campo com registros existentes anteriormente, incluindo informações publicadas (Kantek e Onuma 2013; Lopes et al. 2016), espécimes depositados na coleção científica do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMG), e a lista de aves disponível no Plano de Manejo da Estação Ecológica de Taiamã (Brasil 2017).

Para a lista geral de aves, cada espécie foi revisada e incluída em uma das três listas de acordo com a metodologia adotada por Piacentini et al. (2015) e outros estudos com lista de espécies (Nunes et al. 2017; Vitorino et al. 2018):

- Lista primária: espécies com evidência documentada (*voucher*) para a área na forma de um espécime completo ou parcial, fotografia ou gravação de som.
- Lista secundária: espécies com registros de ocorrência para a área sem evidências documentais conhecidas. As espécies foram consideradas de ocorrência provável, com base na distribuição atualmente conhecida.
- Lista terciária: espécies com registros de ocorrência para a área sem evidências documentais conhecidas; a ocorrência é questionável, taxonomia inválida ou inexistente.

A lista geral é, portanto, composta por espécies das listas primária e secundária. O tipo de documentação dos registros ornitológicos foi baseado em Carlos et al. (2010), que também foi aplicado a outra área protegida no Brasil (Vitorino et al. 2018): “Documentação de nível A” para espécies com espécimes depositados em coleções científicas; “Documentação de nível B” para espécies documentadas com fotografias ou gravações sonoras; e “Indicação de Ocorrência” para espécies registradas em campo, mas não documentadas.

Resultados

Nós registramos 23 ordens, 58 famílias, e 207 espécies de aves ocorrentes na EET e zona de entorno. Destas, 46 espécies foram registros não-sistemáticos e 31 espécies foram exclusivas nas expedições do PELD/DARP. Do total de espécies registradas em campo, 76% apresentam *voucher* (Tabela 2). As famílias mais representativas foram Tyrannidae (18 espécies), seguido de Thraupidae (15), Psittacidae (12), e Ardeidae (11). As famílias de aves não-Passeriformes foram mais representativas (67%) do que famílias de aves Passeriformes (33%). Das 34 espécies de comportamento migratório, 13 são migrantes totais e 21 são parcialmente migrantes. Apenas *Crax fasciolata* Spix, 1825 está globalmente classificada como vulnerável à ameaça (IUCN 2019).

Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766) foi registrado em todas as amostras. *Butorides striata* (Linnaeus, 1758) e *Donacobius atricapilla* (Linnaeus, 1766) foram registrados em todas as amostras do ciclo hidrológico de 2017-2018. Outras espécies com alta frequência de ocorrência e que são muito comuns na EET e entorno foram *Nannopterum brasilianus* (Gmelin, 1789), *Taraba major* (Vieillot, 1816), *Agelasticus cyanopus* (Vieillot, 1819), *Procapicus solitarius* (Vieillot, 1816), e *Saltator coerulescens* Vieillot, 1817, bem como outras informadas na Tabela 2.

Para a categoria menos frequente, destacamos espécies como *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758 (Figura 2A) e *Rynchops niger* Linnaeus, 1758 (Figura 2B), as quais são parcialmente migratórias, e *Phalaropus tricolor* (Vieillot, 1819) e *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758, que são migrantes neárticas. Também entre as espécies de menor frequência durante os registros estão *Ciconia maguari* (Gmelin, 1789) (Figura 2C) e *Amblyramphus holosericeus* (Scopoli, 1786) (Figura 2D), que foram observadas exclusivamente nos macrohabitats de campos inundados e campos de batumes.

Tabela 2 Lista de aves registradas na Estação Ecológica de Taiamã (EET), Pantanal, Brasil. Legenda: Comportamento migratório (Somenzari et al. 2018): residente (RDT), migratória (MGT), parcialmente migratória (MPR), vagante (VAG) e não definida (ND). Frequência de ocorrência neste estudo: muito frequente (100-75%), frequente (74-50%), razoavelmente frequente (49-25%), pouco frequente (< 25%) e infrequente para dados não sistemáticos (IN). Tipo de registro (Carlos et al. 2010): IO = indicação de ocorrência (espécie não documentada), AD = documentação nível A (espécie com espécimes depositados em coleções científicas) e BD = documentação nível B (espécie documentada com fotografias ou gravações de áudio). Fonte: este estudo (1), Lopes et al. 2016 (2), Kantek e Onuma 2013 (3), espécimes depositados no Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (4), e Brasil 2017 (5); Espécies da lista secundária entre parênteses. VU = Vulnerável (IUCN 2019) e VU* = Vulnerável (Brasil 2018).

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
Anseriformes Linnaeus, 1758								
Anhimidae Stejneger, 1885								
<i>Chauna torquata</i> (Oken, 1816)	tachã	WA1961724	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	63%	82%	BD	1,2,5
Anatidae Leach, 1820								
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	WA2335098	-	S6,T1,T3,T5	4%	8%	BD	1,2,5
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla	WA2347021	-	T1,T2,T3,T4,T5	8%	26%	BD	1,2,5
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	WA2698723	-	T1,T3,T4,T5	6%	10%	BD	1,2,5
[<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)]	ananaí		-	T3	-	2%	IO	1,2,5
Galliformes Linnaeus, 1758								
Cracidae Rafinesque, 1815								
[<i>Penelope ochrogaster</i> Pelzeln, 1870] VU*	jacu-de-barriga-castanha		-		-	-	IO	5
<i>Aburria cumanensis</i> (Jacquin, 1784)	jacutinga-de-garganta-azul	WA2698724	-	S1,S2,S4,T1,T2,T3,T 4	19%	16%	BD	1

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Aburria kujubi</i> (Pelzeln, 1858)	cujubi	WA2028639	-	S1,S2,T1,T2,T3,T4	4%	26%	BD	1,2,5
<i>Ortalis canicollis</i> (Wagler, 1830)	aracuã-do-pantanal	WA2080183	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	85%	82%	BD	1,2,5
<i>Crax fasciolata</i> Spix, 1825 VU	mutum-de-penacho	WA2080188	-	S1,S2,S4,T1,T2,T3,T 4	13%	62%	BD	1,2,5
Podicipediformes Fürbringer, 1888								
Podicipedidae Bonaparte, 1831								
[<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)]	mergulhão-pequeno		-		-	-	IO	2
[<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)]	mergulhão-caçador		-		-	-	IO	5
Ciconiiformes Bonaparte, 1854								
Ciconiidae Sundevall, 1836								
<i>Ciconia maguari</i> (Gmelin, 1789)	maguari	WA2346180	-	T5	IN	2%	BD	1,5
<i>Jabiru mycteria</i> (Lichtenstein, 1819)	tuiuiú	WA2346422	-	S6,T2,T3,T4,T5	2%	12%	BD	1,2,5
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça-seca	WA3363870	-	T3	6%	4%	BD	1,2,5
Suliformes Sharpe, 1891								
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849								
<i>Nannopterum brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	WA2706121	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	60%	84%	BD	1,2,5
Anhingidae Reichenbach, 1849								
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga	WA1986843	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	63%	66%	BD	1,2,5
Pelecaniformes Sharpe, 1891								
Ardeidae Leach, 1820								
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi	WA2026526	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	65%	82%	BD	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus, 1766)	arapapá	WA2901405	-	S2,S3,S4,T2,T3,T4	17%	12%	BD	1,5
<i>Ixobrychus exilis</i> (Gmelin, 1789)	socoí-vermelho	WA1986845	-	S3,S5,T1,T2,T3,T4,T5	4%	72%	BD	1,5
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	socó-dorminhoco	WA2696526	-	T2,T3,T4,T5	-	12%	BD	1,5
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	WA2031279	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	52%	100%	BD	1,5
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	WA2901507	-	S3,S6,T1,T3	8%	14%	BD	1,2
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça-moura	WA2706120	-	S1,S2,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	35%	68%	BD	1,2,5
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca	WA2102176	-	S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	13%	63%	BD	1,2,5
<i>Pilherodius pileatus</i> (Boddaert, 1783)	garça-real	WA2715200	-		IN	IN	BD	1,2,5
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	WA3358045	-	T1,T2,T3,T4,T5	19%	30%	BD	1,2,5
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	garça-azul	WA2346433	-	S6	2%	IN	BD	1
Threskiornithidae Poche, 1904								
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	coró-coró	WA2698730	-	S1,S2,S3,S6,T1,T3	21%	6%	BD	1,2,5
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	tapicuru	WA2698725	-	T1,T2	IN	4%	BD	1,2,5
<i>Theristicus caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	curicaca-real	WA3358044	-	S4	2%	IN	BD	1,5
[<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)]	curicaca		-	S6	2%	IN	IO	1,2,5
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	colhereiro	WA2346434	MPR	S6,T1	6%	2%	BD	1,2,5
Cathartiformes Seeborn, 1890								
Cathartidae Lafresnaye, 1839								
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	WA3363006	-	T1,T2,T3,T4,T5	28%	36%	BD	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Eurypyga helias</i> (Pallas, 1781)]	pavãozinho-do-pará		-		-	IN	IO	1
Gruiformes Bonaparte, 1854								
Aramidae Bonaparte, 1852								
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	WA2028644	-	S2,S4,S6,T1,T2,T3,T4,T5	15%	60%	BD	1,2,5
Rallidae Rafinesque, 1815								
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	WA2715199	-	S4,T1,T4	2%	6%	BD	1,2,5
[<i>Mustelirallus albicollis</i> (Vieillot, 1819)]	sanã-carijó		-	S4,T5	14%	6%	IO	1,5
[<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)]	saracura-sanã		-		-	-	IO	5
<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	WA2346181	MPR	T5	IN	2%	BD	1,5
<i>Porphyrio flavirostris</i> (Gmelin, 1789)	frango-d'água-pequeno	WA1952134	ND	S5,S6,T4,T5	13%	10%	BD	1,5
Heliornithidae Gray, 1840								
<i>Heliornis fulica</i> (Boddaert, 1783)	picaparra	WA1961721	-	S1,S2,S3,S4,S5,T1,T2,T3	27%	16%	BD	1,2,5
Charadriiformes Huxley, 1867								
Charadriidae Leach, 1820								
<i>Vanellus cayanus</i> (Latham, 1790)	mexeriqueira	WA2698726	-	S6	4%	IN	BD	1,2,5
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	WA2698732	-	S5,S6,T2,T4,T5	6%	12%	BD	1,2,5
<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	batuíra-de-coleira	WA2390287	-	S6	4%	IN	BD	1,2
Recurvirostridae Bonaparte, 1831								
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo-de-costas-brancas	WA2346395	-	S6,T5	2%	6%	BD	1,5
Scolopacidae Rafinesque, 1815								

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	maçarico-pintado	WA2346027	MGT	S1	2%	-	BD	1,2
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	WA2363200	MGT	S6	2%	-	BD	1,2,5
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	maçarico-de-perna-amarela	WA2363199	MGT	S6	6%	-	BD	1
<i>Calidris fuscicollis</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-de-sobre-branco	WA2901496	MGT	S6	2%	IN	BD	1
<i>Calidris melanotos</i> (Vieillot, 1819)	maçarico-de-colete	WA2704505	MGT	S6	2%	-	BD	1
<i>Phalaropus tricolor</i> (Vieillot, 1819)	pisa-n'água	WA2704503	MGT	S6	2%	-	BD	1
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854								
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	WA2028626	-	S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	23%	76%	BD	1,2,5
Laridae Rafinesque, 1815								
<i>Leucophaeus pipixcan</i> (Wagler, 1831)	gaivota-de-franklin		VAG		-	-	BD	3
Sternidae Vigors, 1825								
<i>Sternula superciliaris</i> (Vieillot, 1819)	trinta-réis-pequeno	WA1953400	-	S6,T2,T3,T5	4%	26%	BD	1,2,5
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-grande	WA2696528	-	S6,T1,T2,T3,T4,T5	2%	64%	BD	1,2,5
<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	trinta-réis-negro		MGT	T2	-	2%	BD	1
[<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758]	trinta-réis-boreal		MGT		-	-	BD	5
Rynchopidae Bonaparte, 1838								
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	talha-mar	WA2698728	MPR	S6,T5	2%	8%	BD	1,5
Columbiformes Latham, 1790								
Columbidae Leach, 1820								

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)]	rolinha-de-asa-canela		-		IN	IN	IO	1
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	WA2698731	-	S6	2%	IN	BD	1,2,5
[<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)]	fogo-apagou		-		-	-	IO	5
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	WA3363864	-		IN	IN	BD	1,2,5
[<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)]	pararu-azul		-	S1,S1	2%	2%	IO	1,5
[<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)]	asa-branca		-	S3,S4,T1,T2,T3,T4,T5	8%	40%	IO	1,2,5
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	WA2901501	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	65%	82%	BD	1,2,5
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	WA3363957	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	69%	86%	BD	1,2,5
[<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)]	juriti-de-testa-branca		-	S3	14%	-	IO	1,5
Cuculiformes Wagler, 1830								
Cuculidae Leach, 1820								
<i>Coccyzus minuta</i> (Vieillot, 1817)	chincôa-pequeno	WA1952141	-	S2,S4,S5,T1,T2,T3,T4,T5	17%	24%	BD	1,2,5
[<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)]	alma-de-gato		-	S3,S4,T1,T2,T3,T4	13%	18%	IO	1,5
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca	WA2028628	-	S1,S2,S3,S4,T1,T2,T3,T4,T5	50%	54%	BD	1,2,5
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	WA2028634	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	73%	86%	BD	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	WA3363958	-	T5	IN	10%	BD	1,5
[<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)]	saci		-	S1,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	17%	30%	IO	1,5
Strigiformes Wagler, 1830								
Tytonidae Mathews, 1912								
<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	suindara	WA2972378	-		IN	IN	BD	1,2
Strigidae Leach, 1820								
[<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)]	corujinha-do-mato		-		-	-	IO	5
[<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin, 1788)]	jacurutu		-	S3	2%	IN	IO	1,5
[<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)]	caburé		-	S1,S3,T1,T3,T4	6%	6%	IO	1,5
Nyctibiiformes Yuri, Kimball, Harshman, Bowie, Braun, Chojnowski, Hackett, Huddleston, Moore, Reddy, Sheldon, Steadman, Witt & Braun, 2013								
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851								
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau	WA3363846	-	S4	2%	-	BD	1,5
Caprimulgiformes Ridgway, 1881								
Caprimulgidae Vigors, 1825								
[<i>Nyctiprogne leucopyga</i> (Spix, 1825)]	bacurau-de-cauda-barrada		-	T3,S1	IN	4%	IO	1
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	WA2715203	-	S3,T3,T4	6%	10%	BD	1,2,5
[<i>Hydropsalis parvula</i> (Gould, 1837)]	bacurau-chintã		MPR		-	-	IO	2,5
[<i>Podager nacunda</i> (Vieillot, 1817)]	coruçã		MPR		-	IN	IO	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
Apodiformes Peters, 1940								
Apodidae Olphe-Galliard, 1887								
<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçu-de-coleira-branca	WA3363751	-	T3	-	2%	BD	1
Trochilidae Vigors, 1825								
[<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)]	balança-rabo-de-bico-torto		-		-	-	IO	5
[<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)]	rabo-branco-rubro		-		-	-	IO	5
<i>Phaethornis subochraceus</i> Todd, 1915	rabo-branco-de-barriga-fulva	WA2336756	-	S3,S4,T1,T2,T3,T4	6%	14%	BD	1,5
[<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)]	rabo-branco-acanelado		-	S3	3%	-	IO	1,2,5
[<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)]	besourinho-de-bico-vermelho		-		-	-	IO	2,5
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura-verde	WA3357991	-	T3	-	4%	BD	1,5
[<i>Hylocharis cyanus</i> (Vieillot, 1818)]	beija-flor-roxo		-		-	-	IO	2
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	beija-flor-dourado	WA2336899	-	S1,S4,T1,T2,T3,T4	4%	14%	BD	1,2,5
<i>Polytmus guainumbi</i> (Pallas, 1764)	beija-flor-de-bico-curvo	WA2697678	-	S5,T5	8%	4%	BD	1,5
[<i>Amazilia versicolor</i> (Vieillot, 1818)]	beija-flor-de-banda-branca		-		-	-	IO	2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)]	beija-flor-de-garganta-verde		-		-	-	IO	2,5
Trogoniformes A. O. U., 1886								
Trogonidae Lesson, 1828								
<i>Trogon curucui</i> Linnaeus, 1766	surucuá-de-barriga-vermelha	WA1986817	-	S1,S2,S3,S4,T1,T2,T3,T4	33%	34%	BD	1,2,5
Coraciiformes Forbes, 1844								
Alcedinidae Rafinesque, 1815								
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	WA2901877	-	S1,S2,S3,S4,S5,T1,T2,T3,T4	23%	42%	BD	1,2,5
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	WA2697688	-	S1,T1,T2,T3,T4	4%	20%	BD	1,2,5
<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas, 1764)	martim-pescador-miúdo	WA2390288	-	S3,S6,T3,T4	6%	8%	BD	1,5
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	WA2347015	-	S1,S3,S4,T1,T2,T3,T4	13%	42%	BD	1,5
[<i>Chloroceryle inda</i> (Linnaeus, 1766)]	martim-pescador-da-mata		-	S2,T2	4%	2%	IO	1,5
Momotidae Gray, 1840								
[<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)]	udu		-		-	-	IO	2
Galbuliformes Fürbringer, 1888								
Galbulidae Vigors, 1825								
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba	WA2080244	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4	48%	66%	BD	1,2,5
Bucconidae Horsfield, 1821								

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	chora-chuva-preto	WA2704528	-	S1,S2,S3,S4,T1,T2,T3,T4	29%	30%	BD	1,2,5
Piciformes Meyer & Wolf, 1810								
Ramphastidae Vigors, 1825								
<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucanuçu	WA2901404	-	S1,S2,S3,T1,T4	8%	6%	BD	1,2,5
<i>Pteroglossus castanotis</i> Gould, 1834	araçari-castanho	WA3357747	-	S3,S4,T2,T3	4%	6%	BD	1
Picidae Leach, 1820								
<i>Picumnus albosquamatus</i> d'Orbigny, 1840	picapauzinho-escamoso	WA3357982	-	T1,T2,T3,T4	-	12%	BD	1,5
[<i>Melanerpes cruentatus</i> (Boddaert, 1783)]	benedito-de-testa-vermelha		-		-	-	IO	5
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-pequeno	WA2901406	-	S1,S2,S3,S4,T1,T2,T3,T4	17%	20%	BD	1,2,5
[<i>Piculus chrysochloros</i> (Vieillot, 1818)]	pica-pau-dourado-escuro		-	S1,S3,S4,T1,T2	10%	4%	IO	1,5
[<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)]	pica-pau-verde-barrado		-	S1	2%	IN	IO	1,5
<i>Celeus lugubris</i> (Malherbe, 1851)	pica-pau-louro	WA2901876	-	S1,S4,T1,T2,T4	6%	10%	BD	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Celeus flavus</i> (Statius Muller, 1776)	pica-pau-amarelo	WA2901875	-	S4, T1, T2, T3, T4	2%	20%	BD	1,5
[<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin, 1788)]	pica-pau-de-topete-vermelho		-	S1, S2, T1, T2	10%	6%	IO	1,2,5
Falconiformes Bonaparte, 1831								
Falconidae Leach, 1820								
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	WA1999800	-	S1, S2, S4, S5, S6, T2, T3, T4, T5	19%	36%	BD	1,2,5
[<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)]	carrapateiro		-		-	-	IO	5
[<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)]	acauã		-	S4, T3	2%	4%	IO	1,5
[<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758]	quiriquiri		-		-	-	IO	5
<i>Falco ruficularis</i> Daudin, 1800	cauré	WA2706122	-	S4	2%	-	BD	1
Psittaciformes Wagler, 1830								
Psittacidae Rafinesque, 1815								
<i>Ara ararauna</i> (Linnaeus, 1758)	arara-canindé	WA2901436	-	T3, S1	-	6%	BD	1
<i>Primolius auricollis</i> (Cassin, 1853)	maracanã-de-colar	WA3363933	-	S2, T1, T3, S3	2%	10%	BD	1,5
[<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)]	maracanã-pequena		-	S1, S2, S3, S4, T2, T4	8%	12%	IO	1,2,5
<i>Thectocercus acuticaudatus</i> (Vieillot, 1818)	aratinga-de-testa-azul	WA2697662	-	T1, T2, T3, T4	-	24%	BD	1

	Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
1776)	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão	WA2033574	-	T1,T2,T3,T4	14%	12%	BD	1,2,5
	[<i>Aratinga nenday</i> (Vieillot, 1823)]	periquito-de-cabeça-preta		-		-	IN	IO	1,2,5
	[<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)]	periquito-rei		-		-	4%	IO	2,5
	<i>Myiopsitta monachus</i> (Boddaert, 1783)	caturrita	WA2031283	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	54%	96%	BD	1,2,5
	[<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)]	tuim		-		-	-	IO	2,5
	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	WA3357746	-	S2,S3,T1,T2,T3,T4,T5	6%	36%	BD	1,2,5
	[<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766)]	maitaca-de-cabeça-azul		-		-	IN	IO	1
	<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca	WA2141194	-	S4	6%	IN	BD	1,2,5
	[<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)]	curica		-	S1	6%	IN	IO	1,2,5
	<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio	WA2901499	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4,T5	44%	70%	BD	1,2,5
Passeriformes Linnaeus, 1758									
Thamnophilidae Swainson, 1824									
	[<i>Herpsilochmus longirostris</i> Pelzeln, 1868]	chorozinho-de-bico-comprido		-		-	-	IO	5
	[<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)]	choca-barrada		-	S2,T2,T3,T4	2%	12%	IO	1,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	casaca-de-couro-amarelo	WA2698729	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4,T5	52%	82%	BD	1,2,5
[<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)]	joão-de-barro		-		-	-	IO	2,5
<i>Pseudoseisura unirufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1838)	casaca-de-couro-de-crista-cinza	WA1952114	-	S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4	15%	14%	BD	1,2,5
[<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)]	joão-de-pau		-		-	-	IO	2,5
<i>Phacellodomus ruber</i> (Vieillot, 1817)	graveteiro	WA2390289	-	S1,S3,S6,T4	6%	2%	BD	1,5
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	WA2031282	-	S1,S2,S3,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	42%	98%	BD	1,2,5
<i>Synallaxis hypospodia</i> Sclater, 1874	joão-grilo	WA2365310	-	S5,T3,T4,T5	2%	20%	BD	1
<i>Synallaxis albilora</i> Pelzeln, 1856	joão-do-pantanal	WA2905329	-	S1,S2,S4,T1,T2,T3,T4,T5	17%	66%	BD	1,2,5
<i>Cranioleuca vulpina</i> (Pelzeln, 1856)	arredio-do-rio	WA2141187	-	S1,S2,S3,S4,T1,T3,T4	21%	10%	BD	1,2
Tityridae Gray, 1840								
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	WA3363852	MPR	S2	2%	-	BD	1,5
[<i>Xenopsaris albinucha</i> (Burmeister, 1869)]	tijerila		-		-	-	IO	5
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907								
[<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)]	bico-chato-de-orelha-preta		-	T2,T3	-	4%	IO	1

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	WA2035462	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4	31%	52%	BD	1,2,5
<i>Poecilatriccus latirostris</i> (Pelzeln, 1868)	ferreirinho-de-cara-parda	WA2697679	-	S3,S4,T1,T2,T3,T4	6%	18%	BD	1,2,5
[<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)]	sebinho-de-olho-de-ouro		-		-	-	IO	5
Tyrannidae Vigors, 1825								
[<i>Inezia inornata</i> (Salvadori, 1897)]	alegrinho-do-chaco		MGT	T2,T3	-	4%	IO	1,5
[<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831]	barulhento		-		-	-	IO	5
[<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)]	risadinha		-	S4,S1	2%	2%	IO	1,2,5
[<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)]	guaracava-de-barriga-amarela		-		-	-	IO	2,5
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande	WA2346878	MPR	S1,S2,T4	6%	2%	BD	1
[<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868]	guaracava-de-topete-uniforme		-		-	-	IO	5
[<i>Elaenia chiriquensis</i> Lawrence, 1865]	chibum		MPR		-	-	IO	5
[<i>Myiopagis gaimardii</i> (d'Orbigny, 1839)]	maria-pechim		-		-	-	IO	5
[<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)]	guaracava-cinzenta		-		-	-	IO	5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)]	alegrinho		-		-	-	IO	5
[<i>Attila bolivianus</i> Lafresnaye, 1848]	bate-pára		-	S3,S4	6%	-	IO	1
[<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)]	bem-te-vi-pirata		MPR		-	-	IO	5
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira		-	S2,S4,T1,T2,T3,T4	4%	14%	AD	1,2,4
[<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)]	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado		-		-	-	IO	5
<i>Casiornis rufus</i> (Vieillot, 1816)	maria-ferrugem	WA2696556	-	T3	-	2%	BD	1,2
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	WA2704529	MPR	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4	100%	100%	BD	1,2,5
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	bentevizinho-do-brejo	WA2352668	-	S1,S4,T2,T3	6%	20%	BD	1,5
[<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)]	suiriri-cavaleiro		-		-	-	IO	5
[<i>Megarynychus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)]	neinei		-	S4,T1,T2,T3,T4	6%	16%	IO	1,2,5
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	WA1986818	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4	65%	42%	BD	1,2,5
[<i>Tyrannus albogularis</i> Burmeister, 1856]	suiriri-de-garganta-branca		MPR		-	-	IO	5
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	WA1998625	MPR	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	81%	92%	BD	1,2,5
[<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802]	tesourinha		MPR		-	IN	IO	1
[<i>Tyrannus tyrannus</i> (Linnaeus, 1758)]	suiriri-valente		MGT		-	-	IO	5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)]	peitica-de-chapéu-preto		MPR		-	-	IO	5
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	WA2724800	MPR		-	IN	AD	1,4,5
[<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)]	viuvinha		-		-	-	IO	5
[<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)]	filipe		MPR		-	-	IO	5
[<i>Sublegatus modestus</i> (Wied, 1831)]	guaracava-modesta		MPR		-	-	IO	2,5
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	príncipe	WA3357752	MPR	S6,T1	2%	2%	BD	1,2,5
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	lavadeira-de-cara-branca	WA2901460	MPR	S1,S5,S6,T1,T3,T4,T5	10%	26%	BD	1,2
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha	WA2031280	-	S1,S5,S6,T5	21%	4%	BD	1,5
[<i>Gubernetes yetapa</i> (Vieillot, 1818)]	tesoura-do-brejo		-		-	-	IO	5
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	WA3041344	-	S2	-	4%	BD	1,2,5
[<i>Knipolegus hudsoni</i> Sclater, 1872]	maria-preta-do-sul		VAG		-	-	IO	2,5
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno	WA2696555	-	T5	-	8%	BD	1,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Xolmis irupero</i> (Vieillot, 1823)] Vireonidae Swainson, 1837	noivinha		-		-	-	IO	5
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	WA2704502	-	S1,S2,S3,S4,T1,T2,T3,T4	46%	46%	BD	1,2,5
<i>Hylophilus pectoralis</i> Sclater, 1866	vite-vite-de-cabeça-cinza	WA3363016	-	S3,T2,T3	2%	10%	BD	1,2,5
[<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)] Corvidae Leach, 1820	juruviara-boreal		MGT		-	-	IO	5
[<i>Cyanocorax cyanomelas</i> (Vieillot, 1818)] Hirundinidae Rafinesque, 1815	gralha-do-pantanal		-	S1,S3	6%	-	IO	1
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	WA2697690	MPR	S1,S2,S4,T1,T2,T3,T4,T5	10%	24%	BD	1,2,5
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	WA2698727	MPR	T3,T5	31%	10%	BD	1,2,5
[<i>Progne subis</i> (Linnaeus, 1758)]	#N/D		MGT		IN	-	IO	1
[<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)]	andorinha-grande		MPR		-	8%	IO	2,5
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	WA2907502	-	S4,T1,T2,T3,T4,T5	2%	16%	BD	1,2,5
[<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)]	andorinha-de-sobre-branco		-		-	IN	IO	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	andorinha-do-barranco	WA3363003	MGT	S1	6%	-	BD	1
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	andorinha-de-bando		MGT	S5,T2,T3,T5	13%	14%	BD	1
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-dorso-acanelado		MPR	S5,T2,T3,T5	17%	28%	BD	1
Troglodytidae Swainson, 1831								
[<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823]	corruíra		-		-	-	IO	5
<i>Campylorhynchus turdinus</i> (Wied, 1831)	catatau	WA2815039	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1,T2,T3,T4,T5	77%	78%	BD	1,2,5
[<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)]	garrinchão-pai-avô		-	S4,T2,T3,T4	4%	10%	IO	1,2,5
[<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845)]	garrinchão-de-barriga-vermelha		-	S3	2%	IN	IO	1,2,5
Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006								
<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus, 1766)	japacanim	WA1961723	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	58%	100%	BD	1,2,5
Poliopitilidae Baird, 1858								
<i>Poliopitila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara	WA2905054	-	T1,T3	-	6%	BD	1,2,5
Turdidae Rafinesque, 1815								
[<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818]	sabiá-branco		-	S1	4%	-	IO	1,5
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	WA2704809	-	S1,S3,S4,T2,T4	13%	6%	BD	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	WA3357978	MPR	T1,T2,T5	-	8%	BD	1,2,5
Mimidae Bonaparte, 1853								
[<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)]	sabiá-do-campo		-		-	-	IO	2,5
Motacillidae Horsfield, 1821								
[<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855]	caminheiro-zumbidor		-	S6	2%	-	IO	1
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850								
[<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)]	tico-tico		-		-	-	IO	5
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947								
<i>Setophaga pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	WA3357779	-	T3	-	2%	BD	1,2,5
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	WA2696554	-	T2,T3,T4,T5	-	16%	BD	1,5
[<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865]	canário-do-mato		-		-	-	IO	5
Icteridae Vigors, 1825								
[<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)]	japu		-	T1,T2,T5	-	6%	IO	1,2
<i>Procacicus solitarius</i> (Vieillot, 1816)	iraúna-de-bico-branco	WA1998619	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6, T1,T2,T3,T4,T5	83%	98%	BD	1,2,5
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	xexéu	WA1999799	-	S1,S2,S3,S4,S6,T1, T2,T3,T4,T5	69%	84%	BD	1,2,5
[<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)]	encontro		-	S2,S3,S4,S6,T1,T2, T3,T4	31%	24%	IO	1,2,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
<i>Icterus croconotus</i> (Wagler, 1829)	joão-pinto	WA2901878	-	S1,S2,S3,S4,S6,T2,T3,T4	65%	78%	BD	1,2,5
[<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)]	pássaro-preto		-		-	-	IO	5
<i>Amblyramphus holosericeus</i> (Scopoli, 1786)	cardeal-do-banhado	WA1961722	-	T3,T4,T5	6%	10%	BD	1,5
<i>Agelasticus cyanopus</i> (Vieillot, 1819)	carretão	WA2080187	-	S1,S2,S3,S5,S6	56%	96%	AD	1,2,4,5
[<i>Agelaioides badius</i> (Vieillot, 1819)]	asa-de-telha		-		-	-	IO	2,5
<i>Molothrus oryzivorus</i> (Gmelin, 1788)	iraúna-grande	WA3363866	-		IN	-	BD	1,2,5
[<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)]	chupim		-		IN	-	IO	1,2,5
[<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)]	polícia-inglesa-do-sul		-		-	-	IO	2
Thraupidae Cabanis, 1847								
[<i>Paroaria coronata</i> (Miller, 1776)]	cardeal		-		-	-	IO	5
1837) <i>Paroaria capitata</i> (d'Orbigny & Lafresnaye,	cavalaria	WA1952236	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	79%	94%	AD	1,2,4,5
[<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)]	sanhaço-cinzento		-	S2,T1,T2,T3,T4	2%	30%	IO	1,2,5
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	WA2706124	-	S3,T1	4%	2%	BD	1,5
[<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)]	saíra-de-chapéu-preto		-		-	-	IO	5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
[<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)]	figuinha-de-rabo-castanho		-		-	-	IO	2,5
[<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)]	canário-da-terra		-		-	-	IO	5
[<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)]	tiziu		-		-	IN	IO	1,2,5
[<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1825)]	pipira-da-taoca		-		-	-	IO	5
1776) [<i>Coryphospingus cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)]	tico-tico-rei		-		-	-	AD	2,4,5
[<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)]	pipira-preta		-		-	-	IO	2,5
<i>Ramphocelus carbo</i> (Pallas, 1764)	pipira-vermelha	WA2704530	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T2,T3,T4	67%	72%	BD	1,2,5
[<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)]	saí-azul		-		-	-	IO	5
[<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)]	bigodinho		MPR	T5	IN	6%	IO	1,5
<i>Sporophila collaris</i> (Boddaert, 1783)	coleiro-do-brejo	WA1952061	-	S1,S5,S6,T2,T3,T4,T5	29%	32%	BD	1,5
[<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)]	baiano		-		-	-	IO	5
<i>Sporophila caerulescens</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	WA2901879	MPR	S6,T2,T3,T4,T5	4%	18%	BD	1,5
<i>Sporophila leucoptera</i> (Vieillot, 1817)	chorão	WA2697745	-	S3,S5,T4,T5	8%	4%	BD	1,5

Nome do Táxon	Nome em português	Voucher	Migração	Locais	Ocorrência em 2015-2016	Ocorrência em 2017-2018	Tipo de Registro	Fonte
1837]] [<i>Sporophila nigrorufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye,	caboclinho-do-sertão		-		-	-	IO	5
[<i>Sporophila bouvreuil</i> (Statius Muller, 1776)]	caboclinho		MPR		-	-	IO	5
[<i>Sporophila hypoxantha</i> Cabanis, 1851]	caboclinho-de-barriga-vermelha		MPR		-	IN	IO	1,5
[<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)]	curió		-		-	-	IO	5
<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot, 1817	sabiá-gongá	WA2697740	-	S1,S2,S3,S4,S5,S6,T1,T2,T3,T4,T5	77%	90%	AD	1,2,4,5
[<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837]	trinca-ferro		-	S2,S3,T3,T5	6%	6%	IO	1,5
1837]] [<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye,	saí-canário		-		IN	IN	IO	1,2,5
Fringillidae Leach, 1820								
[<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)]	fim-fim		-	S2,S3,T3	4%	2%	IO	1,5
Passeridae Rafinesque, 1815								
[<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)]	pardal		-		-	-	IO	5



Figura 2 A. *Platalea ajaja* Linnaeus, 1758. B. *Rynchops niger* Linnaeus, 1758. C. *Ciconia maguari* (Gmelin, 1789). D. *Amblyramphus holosericeus* (Scopoli, 1786). E. *Actitis macularius* (Linnaeus, 1766). F. *Ixobrychus exilis* (Gmelin, 1789). (Fotos: BDV, exceto para *Actitis macularius*, fotografada por AVBF).

Novo registro para o Pantanal e região Central do Brasil

Ordem Charadriiformes

Família Sternidae

***Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758)**

Figura 3

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Em abril de 2018, nós vimos dois indivíduos de *C. niger* em plumagem não-reprodutiva voando sobre o rio Bracinho (16°52'S, 57°24'W) junto com *Phaetusa simplex* (Gmelin, 1789) e *Sternula superciliaris* (Vieillot, 1819). Os indivíduos de *C. niger* foram identificados por suas asas e costas cinzentas e

cabeça e barriga brancas. As aves apresentam coroa e nuca escuras, com uma mancha preta atrás do olho e uma extensa mancha escura na lateral do peito (Gochfeld et al. 2019).



Figura 3 *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758). (Foto: BDV).

Este é o primeiro registro de *C. niger* para o Pantanal e para a região Central do Brasil (Figura 4). As localidades sul-americanas mais próximas do nosso novo registro estão em Tres Pozos, Argentina (980 km) e Lagoa de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil (1.675 km).



Figura 4 Mapa de distribuição da zona de invernada de *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758) na América do Sul (BirdLife International, Handbook of the Birds of the World 2018). Ponto vermelho é o primeiro registro documentado da espécie para o Pantanal e também para a região Central region do Brasil. Pontos em cinza são os registros secundários para a espécie na região costeira do Brasil e em outras localidades da América do Sul (Dias et al. 2010; Quiroga et al. 2015; Gonsioroski; 2018; Franz et al. 2018; Wikiaves 2019).

Novos registros para a Estação Ecológica de Taiaimã

Ordem Galliformes

Família Cracidae

***Aburria cumanensis* (Jacquin, 1784)**

Figura 5A

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Geralmente observamos esse cracídeo nas florestas da EET. *Aburria cumanensis* difere de *Aburria cujubi* (Pelzeln, 1858) principalmente por ter uma garganta azul em vez de vermelha (Gwynne et al. 2010). Encontramos ambas as espécies de *Aburria* na EET e entorno, o que não foi informado por Lopes et al. (2016).

Ordem Pelecaniformes

Família Ardeidae

***Egretta caerulea* (Linnaeus, 1758)**

Figura 5B

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos indivíduos adultos e imaturos em habitats limícolas e em praias formadas durante a estação seca. Esta garça pode ser facilmente identificada pela cor predominantemente azul dos adultos e pela cor branca na fase imatura. O bico, tarso e dedos são pretos (Sick 1997).

Ordem Accipitriformes

Família Pandionidae

***Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi observada forrageando no rio Paraguai durante todos os períodos hidrológicos, mesmo sendo uma espécie migratória. Identificamos esta águia pela combinação da cabeça e corpo brancos e a presença de uma faixa preta atrás do olho, que se estende até a parte superior do corpo (Sick 1997).

Família Accipitridae

***Leptodon cayanensis* (Latham, 1790)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos este gavião geralmente sozinho, empoleirado na beira do rio. Nós o identificamos pela pequena cabeça cinza, dorso preto e cauda preta com três barras esbranquiçadas e uma ponta branca (Gwynne et al. 2010).

***Ictinia mississippiensis* (Wilson, 1811)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Registramos dois indivíduos em diferentes ocasiões em outubro de 2016, durante a migração desta espécie para a América do Sul. Os indivíduos foram vistos voando perto da Floresta Monoespecífica *Erythrina fusca*. Este é um novo registro para o município de Cáceres. Esta espécie difere de *I. plumbea* pela cabeça mais pálida, pela ausência de primárias avermelhadas, pela cauda escura uniforme e pelo tarso escuro (Sick 1997; Gwynne et al. 2010).

Ordem Eurypygiformes

Família Eurypygidae

***Eurypyga helias* (Pallas, 1781)**

Material examinado. Tabela 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi vista no solo em florestas poliespecíficas ao longo do rio Paraguai. Identificamos esta espécie pela cabeça pequena com bico longo e reto, e corpo esbelto com uma cor inconfundível e complexa (Gwynne et al. 2010).

Ordem Charadriiformes

Família Scolopacidae

***Tringa flavipes* (Gmelin, 1789)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Vimos os indivíduos forrageando em lodaçais criadas durante os períodos de águas baixas na Baía do Formoso e no rio Bracinho, que faz parte da zona de amortecimento da área de proteção, e também na EET. Esta espécie difere de outras de seu gênero pelo bico fino e reto, tão longo quanto a cabeça, e pelas longas pernas amarelas (Erize et al. 2006).

***Calidris fuscicollis* (Vieillot, 1819)**

Figura 5C

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Durante a estação seca, observamos *C. fuscicollis* em lodaçais com outras espécies de Scolopacidae na Baía do Formoso, na área da EET e em sua zona de entorno. Esta espécie apresenta as partes superiores cinzentas, sobrancelha branca, partes inferiores brancas, peito e flancos estriados e cinzento, bico e pernas pretos (Erize et al. 2006; Gwynne et al. 2010).

***Calidris melanotos* (Vieillot, 1819)**

Figura 5D

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Indivíduos foram observados forrageando em lodaçais com outras espécies de Scolopacidae. Identificamos *C. melanotos* por sua coloração marrom, mesclada com marrom-escuro da coroa, pescoço, face, peito e dorso, ventre branco e bico e pernas amarelo-oliva (Erize et al. 2006; Van Gils et al. 2018).

***Phalaropus tricolor* (Vieillot, 1819)**

Figura 5E

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Os indivíduos foram observados apenas em outubro de 2016, quando estavam forrageando com outros Scolopacidae. Esta espécie distinguia-se de todas as outras nos lodaçais pela sua plumagem branca durante o descanso reprodutivo. Esta espécie foi identificada pelas partes superiores cinzentas, bico longo e fino, pescoço e partes inferiores brancas (Erize et al. 2006).

Ordem Columbiformes

Família Columbidae

***Columbina minuta* (Linnaeus, 1766)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Pequenos bandos desta espécie foram observados nas redondezas da sede da EET, onde se alimentavam no solo. Identificamos esta

espécie por sua cor marrom-escura, com cabeça cinza-azulada e peito avermelhado pálido (Gwynne et al. 2010).

Ordem Caprimulgiformes

Família Caprimulgidae

***Nyctiprogne leucopyga* (Spix, 1825)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos esta espécie durante o sobrevoo ao entardecer no rio Paraguai. Identificamos esta espécie pela asa escura e cauda preta, que possui uma barra branca no meio (Erize et al. 2006).

Ordem Apodiformes

Família Apodidae

***Streptoprocne zonaris* (Shaw, 1796)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Registramos esta espécie durante seus sobrevoos no rio Paraguai. Este é um novo registro para o município de Cáceres. Esta espécie apresenta uma plumagem enegrecida que é quebrada por um distinto colar branco no pescoço (Chantler et al. 2019).

Ordem Piciformes

Família Ramphastidae

***Pteroglossus castanotis* Gould, 1834**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos esta espécie em vários locais da EET, mas era especialmente comum em torno da sede onde comia frutos de *Sterculia apetala* (Jacq.) H. Karst. Identificamos esta espécie pelo canto e pela coloração: os olhos são brancos e cercados por pele azul; o dorso e as asas são verdes; e a barriga é amarela, atravessada por uma faixa vermelha (Gwynne et al. 2010).

Ordem Falconiformes

Família Falconidae

***Falco ruficularis* Daudin, 1800**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Vimos esta espécie apenas uma vez, enquanto predava um ninho de *Paroaria capitata* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837). Esta espécie foi identificada pela presença de um peito barrado, branco, com ventre, coxas e abrigos da cauda castanho-avermelhados (Gwynne et al. 2010).

Ordem Psittaciformes

Família Psittacidae

***Ara ararauna* (Linnaeus, 1758)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos essas araras apenas em voo, em duas ocasiões. Identificamos esta espécie pelo dorso azul, barriga amarela e face branca (Gwynne et al. 2010).

***Thectocercus acuticaudatus* (Vieillot, 1818)**

Figura 5F

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi observada apenas durante a estação seca. Grandes bandos se alimentavam das flores e frutos de *E. fusca*. Identificamos esta espécie pela testa azul e corpo predominantemente verde (Gwynne et al. 2010).

***Pionus menstruus* (Linnaeus, 1766)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Gravamos a voz desta espécie durante o voo. A voz desta espécie difere da *Pionus maximiliani* (Kuhl, 1820), que também ocorre e é mais comum na EET.

Ordem Passeriformes

Família Dendrocolaptidae

***Xiphorhynchus guttatoides* (Lafresnaye, 1850)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir de gravação sonora de sua voz e pela sua observação na Floresta Poliespecífica de Arbustos e Pioneiras.

Família Furnariidae

***Synallaxis hypospodia* Sclater, 1874**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir de gravação sonora de sua voz usando os campos inundados com macrófitas aquáticas. Este é um novo registro para o município de Cáceres.

Família Rhynchocyclidae

***Tolmomyias sulphureus* (Spix, 1825)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir de gravação sonora de sua voz na Floresta Poliespecífica de Arbustos e Pioneiras.

Família Tyrannidae

***Elaenia spectabilis* Pelzelin, 1868**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir de gravação sonora de sua voz na Floresta Poliespecífica de Arbustos e Pioneiras.

***Attila bolivianus* Lafresnaye, 1848**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir de gravação sonora de sua voz na Floresta Poliespecífica de Arbustos e Pioneiras.

***Tyrannus savana* Daudin, 1802**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi observada durante sua migração para a região Norte. Foi reconhecido pela cauda bifurcada característica longa em voo (Gwynne et al. 2010).

Família Corvidae

***Cyanocorax cyanomelas* (Vieillot, 1818)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir da identificação sonora de sua voz em Floresta Poliespecífica de Arbustos e Pioneiras, ao lado da sede da EET.

Família Hirundinidae

***Progne subis* (Linnaeus, 1758)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos uma fêmea de *P. subis* forrageando nas margens do canal do rio Paraguai. A fêmea desta espécie é escura no topo com algum brilho azul metálico e partes inferiores mais claras (Gwynne et al. 2010; Turner 2018).

***Riparia riparia* (Linnaeus, 1758)**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi observada sobrevoando o rio Paraguai junto com espécies residentes como *Stelgidopteryx ruficollis* (Vieillot, 1817) e *Progne tapera* (Vieillot, 1817). Identificamos como uma pequena andorinha, com a parte superior castanha uniforme e as asas um pouco mais escuras. *Progne tapera* é similarmente colorido e estampado, mas é consideravelmente maior (Ridgely e Tudor 2009).

***Hirundo rustica* Linnaeus, 1758**

Figura 5G

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi vista voando com indivíduos de *Petrochelidon pyrrhonota* (Vieillot, 1817); observamos muitos indivíduos forrageando na EET e na zona de entorno. Identificamos esta espécie por sua cauda longa e profundamente bifurcada e parte superior azul-aço, com testa castanha e garganta variando do castanho ao amarelo (Ridgely e Tudor 2009).

***Petrochelidon pyrrhonota* (Vieillot, 1817)**

Figura 5H

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Observamos esta espécie em grandes bandos, forrageando nos macrohabitats de Campos inundados e de batumes. Observamos um grande número de indivíduos forrageando na EET e na zona de entorno. Identificamos esta espécie por sua cauda quadrada, parte superior azul escura, testa branca suja e embaixo, colar marrom na garganta, rosto e nuca, e cauda superior canela (Ridgely e Tudor 2009).

Família Motacillidae

***Anthus lutescens* Pucheran, 1855**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi identificada a partir do reconhecimento de sua voz, durante a estação seca nos macrohabitats de campo inundado.

Espécie na IUCN Red List

Ordem Galliformes

Família Cracidae

***Crax fasciolata* Spix, 1825**

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Os indivíduos foram observados nas florestas e no entorno da sede da EET. Um casal foi observado com dois filhotes em novembro de 2016 e novamente em 2017. Em 2018, vimos um casal com três filhotes. *C. fasciolata* é considerada globalmente vulnerável à ameaça (IUCN 2019). No Brasil, está listada como pouco preocupante. Esta é a única espécie de *Crax* com uma ponta branca na cauda. Tem um bico cinza e a cera amarela. Os machos são em sua maioria pretos com branco na barriga, enquanto as fêmeas têm uma crista bicolor, com o dorso preto listrado branco e a barriga cor de canela (Sick 1997; del Hoyo et al. 2018).

Outros registros notáveis

Registramos outras aves migratórias e residentes que são difíceis de detectar em campo devido ao seu comportamento discreto ou observações ocasionais.

Ordem Charadriiformes

Família Scolopacidae

***Actitis macularius* (Linnaeus, 1766)**

Figura 2E

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Um indivíduo em plumagem de internada foi visto forrageando em um pequeno lodaçal às margens do rio Bracinho. Identificamos esta espécie por sua parte superior marrom, barriga e sobrelha branca, bico escuro e pernas amareladas (Gwynne et al. 2010). Vimos pintas discretas na barriga, indicando seu *status* não reprodutivo.

Ordem Pelecaniformes

Família Ardeidae

***Ixobrychus exilis* (Gmelin, 1789)**

Figura 2F

Material examinado. Tabelas 1, 2.

Identificação. Esta espécie foi detectada em todos os períodos, principalmente pela voz. Raramente era visto, mas frequentemente ouvido. Esta espécie foi observada realizando voos curtos e pousos discretos entre macrófitas aquáticas (Pontederiaceae e Polygonaceae). *I. exilis* tem uma voz característica e vocaliza com frequência. Esta espécie é uma garça pequena, marrom-avermelhada, com duas listras brancas nas costas. O macho tem a cabeça e o dorso pretos, com listras amareladas na garganta, enquanto a fêmea tem a cabeça e o dorso marrons, com as faixas mais escuras no pescoço (Martínez-Vilata et al. 2018).



Figura 5 A. *Aburria cumanensis* (Jacquin, 1784). B. *Egretta caerulea* (Linnaeus, 1758). C. *Calidris fuscicollis* (Vieillot, 1819). D. *Calidris melanotos* (Vieillot, 1819). E. *Phalaropus tricolor* (Vieillot, 1819). F. *Thectocercus acuticaudatus* (Vieillot, 1818). G. *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758. H. *Petrochelidon pyrrhonota* (Vieillot, 1817). (Fotos: BDV, exceto para *Aburria cumanensis*, fotografado por AVBF).

Lista geral de aves EET

Dados de campo, combinados com dados da literatura e espécimes de museus, totalizam 278 espécies de aves ocorrentes para a EET e entorno. Essas espécies pertencem a 60 famílias e 24 ordens (Tabela 2). Destas espécies, 160

foram incluídas na lista primária e 118 na lista secundária. Nenhuma das espécies registradas é considerada endêmica para o bioma Pantanal. Das espécies, 49 são espécies migrantes, sendo 30 parcialmente migratórias, 16 migratórias, 2 vagantes e 1 com *status* não definido. Na lista geral, são duas espécies globalmente vulneráveis, e uma espécie nacionalmente vulnerável, *Penelope ochrogaster* Pelzeln, 1870.

Para a lista terciária, sete espécies foram incluídas com base nos padrões de distribuição conhecidos (Tabela 3). Ressaltamos a necessidade de evidências documentadas das espécies da lista secundária, principalmente para aquelas cuja documentação é desconhecida para a região noroeste do Pantanal, como *Podilymbus podiceps* (Linnaeus, 1758), *Pardirallus nigricans* (Vieillot, 1819), e *Thamnophilus caerulescens* Vieillot, 1816, e migrantes neárticas como *Tyrannus tyrannus* (Linnaeus, 1758) e *Sterna hirundo* Linnaeus, 1758.

Tabela 3 Lista terciária de aves registradas na Estação Ecológica de Taiamã e entorno, Mato Grosso, Pantanal, Brasil. Aves sem evidência documentada na área, cuja ocorrência é questionável, inválida ou inexistente no Pantanal.

<i>Crypturellus noctivagus</i> (Wied, 1820): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.
<i>Gallinula angulata</i> Sundevall, 1850: Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.
<i>Celeus flavescens</i> (Gmelin, 1788): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.
<i>Brotogeris versicolurus</i> (Statius Müller, 1776): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal. Provável uso de nomenclatura antiga para <i>Brotogeris chiriri</i> .
<i>Thamnophilus palliatus</i> (Lichtenstein, 1823): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831): Listado em Brasil (2017). Nenhum contexto informado. Distribuição desconhecida no Pantanal.

Discussão

O elevado grau de preservação, a localização geográfica e os variados macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã e seu entorno (Frota et al. 2017) permitem um abrigo importante para riqueza de aves no Pantanal, mesmo sendo uma área com habitats predominantemente abertos. Nunes (2010) observaram que essa região da planície de inundação abriga um número maior de espécies e indivíduos do que os segmentos mais retos e mais perturbados por ação antrópica no rio Paraguai. De acordo com Lopes et al. (2016), o município de

Cáceres, onde a EET está localizada, abriga o maior número de espécies de aves de todas as áreas não florestais do Brasil. Isso se deve à alta diversidade de habitats do município de Cáceres e por se situar na zona de contato entre ecorregiões, como as Florestas Secas do Chiquitano e o Cerrado.

O Pantanal se destaca em número de espécies quando comparado a outras áreas úmidas, como os Everglades da Flórida ou os Llanos venezuelanos (Nunes 2011). Nossa amostragem em campo compreendeu 35,56% da avifauna conhecida para o Pantanal (Nunes 2011), enquanto a lista geral incluindo os dados previamente existentes foi de 47,76%. Quando são consideradas os dados sistemáticos e não sistemáticas, as expedições PELD/DARP e os registros secundários, percebe-se o potencial da área em abrigar alta riqueza de espécies, o que pode ser devido à sua heterogeneidade ambiental regulada pela variação hidrológica.

Dentre todas as famílias, Tyrannidae tende a ser abundante na região do Pantanal (Cintra e Yamashita 1990; Pinho et al. 2016; Vitorino et al. 2017) pois representa uma das mais ricas famílias de aves Neotropicais; os Tyraniidae são amplamente distribuídos na América do Sul e do Norte (Sick 1997). Destacamos a representatividade das famílias não Passeriformes registradas em nosso estudo, o que também é relatado para outras regiões do Pantanal (Cintra e Yamashita 1990; Antas et al. 2009; Nunes et al. 2010), com alta diversidade de espécies nas famílias Ardeidae, Threskiornithidae, Anatidae e Alcedinidae, entre outros não Passeriformes, que estão associados a corpos d'água e campos naturais encontrados no Pantanal.

Alguns fatores-chave que influenciam as variações na frequência de ocorrência de aves na EET e entorno incluem as mudanças nos macrohabitats causadas pelo regime de inundação e seca, bem como a presença de espécies migratórias. Cintra e Yamashita (1990) também observaram que a sazonalidade e os movimentos migratórios afetaram na ocorrência de espécies de aves no norte do Pantanal. No sul do Pantanal, Donatelli et al. (2017) constataram que mesmo com uma abundância relativamente estável de espécies de aves em diferentes habitats ao longo dos anos, há uma maior concentração de aves durante a estação seca, principalmente devido aos níveis mais baixos de água, que permitem que as aves explorem mais recursos. A continuidade do

PELD/DARP na EET pode promover ainda mais informações sobre flutuações na ocorrência das aves e possibilitar a detecção de outras espécies.

O Pantanal é o destino final ou ponto de parada de diversas aves migratórias e nômades, que ali se alimentam e se reproduzem (Morrison et al. 2008; Oliveira et al. 2016). Os inventários ornitológicos como este são extremamente importantes gerando dados sobre os padrões de ocorrência e distribuição das espécies de aves migrantes. Além disso, o monitoramento pode fornecer dados sobre os padrões de deslocamento e movimentação ao longo do ano.

Destacamos aqui, o registro de *Chlidonias niger*, uma ave migratória que se reproduz na América do Norte e inverte na costa da América Central e América do Sul. Esta espécie retorna à sua zona de reprodução no mês de abril (Gochfeld et al. 2019), que é o mesmo mês em que observamos os indivíduos no Pantanal. Nosso registro acrescenta informações sobre os movimentos e uso de habitat por essa espécie no Brasil. Até agora, os registros no Brasil eram limitados às regiões litorâneas. O Brasil é um importante destino de invernada para *C. niger*, que geralmente é observada entre setembro e fevereiro (Somenzari et al. 2018). Os indivíduos observados no Pantanal são provavelmente vagantes, assim como aqueles observados em outras áreas úmidas interiores da América do Sul, como Chile e Argentina (Gochfeld et al. 2019). No entanto, as áreas úmidas da EET garantiram uma parada muito importante para esta espécie durante sua invernada.

Algumas espécies de aves residentes foram observadas apenas em determinados períodos do ciclo hidrológico, o que reforça a necessidade de monitoramento durante todo o ano para avaliar os movimentos anuais das espécies. Estudos de longo prazo são importantes não apenas para mostrar padrões das flutuações anuais, mas também para detectar a ocorrência de espécies que podem estar associadas à disponibilidade de recursos alimentares (Alves 2007). Como exemplo, as espécies migrantes da família Hirundinidae, que associamos sua ocorrência também devido à abundância de seus recursos alimentares no Pantanal (i.e., bandos de insetos).

Durante a estação seca e com os níveis de água mais baixos, a EET e seu entorno fornecem habitats limícolas para os Scolopacidae migrantes se alimentarem durante a invernada, e também possibilitam a formação de habitats

de praias arenosas para a nidificação de espécies coloniais como *Rynchops niger*, o que também tem sido observado no Rio Cuiabá por Antas et al. (2016).

Os padrões de ocupação do habitat diferem entre as espécies migratórias (Signor e Pinho 2011) e a abundância das residentes está relacionada ao uso de uma maior variedade de habitats do Pantanal (Figueira et al. 2011). Os diversos macrohabitats na EET e zona de entorno como as ATTZs, Áreas Pantanosas e Áreas Permanente Aquáticas se devem à dinâmica hídrica do rio Paraguai, e favorecem uma maior disponibilidade de habitats e recursos para as espécies de aves.

As aves migratórias dependem de habitats e recursos alimentares em locais de reprodução e invernada, muitas vezes a milhares de quilômetros de distância (Oliveira et al. 2016). Se esses habitats e recursos não forem protegidos, as aves correm o risco de grandes perdas populacionais. De acordo com a Bird Life International (2018), cerca de 40% das espécies de aves migratórias estão em declínio.

Da Silva et al. (2015) e Tomas et al. (2019) afirmam que os diversos impactos que ocorrem no Pantanal afetam diretamente a dinâmica do regime hidrológico e ocasionam em mudanças na paisagem, como as hidrelétricas e a Hidrovia do Rio Paraguai (Hidrovia). Cintra (2011) enfatizou que a proteção e conservação de rios, baías, praias e vegetação nativa, como habitats adjacentes, são fundamentais para a manutenção da diversidade de aves. Assim, as ações de conservação devem proteger o Pantanal e também o planalto circundante (Pinho et al. 2017).

A EET abriga espécies de aves típicas de áreas úmidas, bem como algumas espécies de savânicas. Do ponto de vista do bioma Pantanal não há espécies endêmicas, mas as espécies diretamente associadas ou dependentes dessas áreas úmidas interiores estão bem representadas, como *Cercomacra melanaria* (Ménétrières, 1835) e *Synallaxis albilora* Pelzeln, 1856. Ressalta-se a importância dos levantamentos de aves no bioma Pantanal, principalmente pela dificuldade de detecção de espécies residentes e migratórias dependentes de áreas como a EET.

A heterogeneidade ambiental da EET e entorno pode ser evidenciada pela riqueza e composição de espécies aves que foram encontradas na localidade. Por exemplo, algumas aves que habitam campos inundados, como espécies do

gênero *Sporophila*; aquelas que usam campos de batumes com macrófitas aquáticas como *Amblyramphus holosericeus*; aquelas de habitats aquáticos, como *Heliornis fulica*; habitats limícolas, como espécies da família Scolopacidae; habitats palustres, como *Ardea cocoi* Linnaeus, 1766 e *Ciconia maguari* (Gmelin, 1789); e aquelas espécies que usam as florestas inundáveis, como *Campylorhamphus trochilrostris* (Lichtenstein, 1820), *Trogon curucui* Linnaeus, 1766, *Procacicus solitarius* (Vieillot, 1816), e *Cercomacra melanaria*.

A ocorrência de algumas espécies residentes, migratórias e vagantes na EET revela que esta área é muito significativa para a manutenção dos ecossistemas de áreas úmidas e sua biodiversidade. A documentação das espécies de aves é necessária para dar suporte ao conhecimento científico desta importante área úmida. Ampliar os limites desta área protegida pode promover ainda mais a sua conservação, uma vez que a EET e o seu entorno são um importante ponto de parada, de alimentação, de reprodução e local de invernada para aves migratórias. O monitoramento em longo prazo na EET e entorno são necessários para melhor compreensão da ecologia dessas espécies de aves nesta área protegida e para uma gestão e conservação mais eficaz no Pantanal.

Agradecimentos

Nós agradecemos a CAPES pelas bolsas de estudos concedidas a AVBF e BDV; CNPq pelo apoio à Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) no Pantanal “Dinâmicas ecológicas na planície de inundação do Alto rio Paraguai” (no. 441563/2016-3); Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres; SISBIO/IBAMA pela autorização para a realização das atividades científicas nesta área protegida; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade em nome de Daniel Kantek, Thadeu Deluque, Selma Myiazaki e Rogério Costa da Estação Ecológica de Taiamã pelo suporte de instalação e logística; Alex Lees e Vitor Piacentini por ajudar a determinar a espécie *Chlidonias niger*.

Referências

- Alves MAS (2007) Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15 (2): 231–238.
- Antas PTZ, Carrara LA, Ubaid FK, Oliveira-Junior SB, Ferreira LP (2016) Aves coloniais da Reserva Particular do Patrimônio Natural Sesc Pantanal. *Conhecendo o Pantanal* 10. SESC Departamento Nacional. Rio de Janeiro, 236 pp.
- Antas PTZ, Palo-Junior H (2009) Pantanal: guia de aves. 2ª edição. SESC Departamento Nacional, Rio de Janeiro, 249 pp.
- BirdLife International and Handbook of the Birds of the World (2018) Bird species distribution maps of the world. Version 2018.1. <http://datazone.birdlife.org/species/requestdis>. Accessed on: 2019-05-31.
- BirdLife International (2019) <http://www.birdlife.org/worldwide/programmes/migratory-birds-and-flyways>. Accessed on: 2019-05-20.
- Blondel J, Ferry C, Frochot B (1970) La method des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda* 38 (1): 55–71.
- Brasil (2000) Lei Federal nº 9985 de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Accessed on 2019-03-29.
- Brasil (2017) Plano de Manejo da Estação Ecológica de Taiamã. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 174 pp. http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/plano_de_manejo_esec_taiama_vs_070617.pdf. Accessed on: 2019-03-29.
- Brasil (2018) Livro vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 712 pp. http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol3.pdf. Accessed on: 2019-03-29.
- Brasil (2019) Ministério do Meio Ambiente. Sítios Ramsar. <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar/sitios-ramsar.html>. Accessed on: 2019-03-29.
- Carlos CJ, Straube FC, Pacheco JF (2010) Conceitos e definições sobre documentação de registros ornitológicos e critérios para a elaboração de listas de aves para os estados brasileiros. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18 (4): 355–361.
- Cintra R (2011) Pantanal de Poconé. In: Valente RM, Silva JMC, Straube FC, Nascimento J LX (Eds) *Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil*. Conservação Internacional, Belém, 193–198.
- Cintra R, Yamashita C (1990) Habitats, abundância e ocorrência das espécies de aves do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 37 (1): 1–21.
- Chantler P, Kirwan, GM, Juana E (2019) White-collared Swift (*Streptoprocne zonaris*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E

- (Eds) Handbook of the birds of the world Alive. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/55260>. Accessed on: 2019-03-29.
- Da Silva CJ, Sousa KNS, Ikeda-Castrillon SK, Lopes CRAS, Nunes JRS, Carniello MC, Mariotti PR, Lazaro WL, Morini A, Zago BW, Façanha CL, Albernaz-Silveira R, Loureiro E, Viana IG, Oliveira RF, Cruz WJA, Arruda JC, Sander NL, Freitas Junior DS, Pinto VR, Lima AC, Jongman RHG (2015) Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay–Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land Use Policy* 47: 163–178. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.004>
- Dias RA, Agne CE, Gianuca D, Gianuca A, Barcellos-Silveira A, Bugoni L (2010) New records, distribution and status of six seabird species in Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 100 (4): 379–390. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212010000400013>
- Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E (2017) Handbook of the birds of the world alive. Lynx Editions, Barcelona. <https://www.hbw.com>. Accessed on: 2018-01-08.
- Del Hoyo J, Kirwan GM, Sharpe CJ (2018) Bare-faced Curassow (*Crax fasciolata*). In: del Hoyo J, Elliott A, Sargatal, J, Christie DA, de Juana E (Eds) Handbook of the birds of the world alive. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/53316>. Accessed on: 2018-01-08.
- Donatelli RJ, Eaton DP, Cardoso GS, Vianna RM, Gerotti RW, Rodrigues FG, Martins RM (2017) Temporal and spatial variation of richness and abundance of the community of birds in the Pantanal wetlands of Nhecolândia (Mato Grosso do Sul, Brazil). *Revista Biologia Tropical* 65 (4): 1358–1380. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.27729>
- Franz I, Agne CE, Bencke GA, Bugoni L, Dias RA (2018) Four decades after Belton: a review of records and evidences on the avifauna of Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia Série Zoologia*, 108: 1–38. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018005>
- Frota AVB, Ikeda-Castrillon SK, Kantek DLZ, Silva CJ (2017). Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiaçu, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais* 12 (2): 263–280.
- Figueira JEC, Mourão FA, Coelho AS (2011) Habitat heterogeneity and climatic seasonality structure the avifauna trophic guilds in the Brazilian Pantanal wetland. *Canadian Journal of Zoology* 89: 1206–1213. <https://doi.org/10.1139/z11-099>
- Gochfeld M, Burger J, Garcia EFJ (2019) Black Tern (*Chlidonias niger*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E (Eds) Handbook of the birds of the world alive. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/54047>. Accessed on: 2019-05-30.
- Gonsioroski G (2014) Primeiro registro documentado de *Leucophaeus pipixcan* e novos registros de *Stercorarius parasiticus* e *Chlidonias niger* (Charadriiformes) no estado do Maranhão. *Atualidades Ornitológicas* 180: 14–15.
- Gwynne JA, Ridgely RS, Tudor G, Argel M (2010) Aves do Brasil: Pantanal & Cerrado. Horizonte, São Paulo, 322 pp.
- Erize F, Mata JRR, Rumboll M (2006) Birds of South America, non-passerines: heas to woodpeckers. Princeton University Press, Princeton, 385 pp.

- IUCN (2019) The IUCN Red List of threatened species. International Union for Conservation of Nature, Gland. <http://www.iucnredlist.org>. Accessed on: 2019-05-20.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The flood pulse concept in river–floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110–127.
- Junk WJ, Cunha CN, Wantzen KM, Petermann P, Strüssmann C, Marques MI, Adis J (2006) Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquatic Sciences* 68: 278–309. <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>
- Junk WJ, Da Silva CJ (1996) O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. In: Dantas M, Catto JB, Resende EK (Eds) *II Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal: manejo e conservação*. EMBRAPA, Corumbá, 17–28.
- Kantek DLZ, Onuma SSM (2013) Primeiro registro documentado da gaivota-de-franklin *Leucophaeus pipixcan* Wagler, 1831 para o bioma Pantanal, Brasil. *Ornithologia* 6 (1): 106–108.
- Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F (2006) World map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15 (3): 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Lopes LE, Pinho JB, Ortiz A, Evangelista MM, Silveira LF, Schunck F, Develey PF (2016) Birds from Cáceres, Mato Grosso: the highest species richness ever recorded in a Brazilian non-forest region. *Revista Brasileira de Ornitologia* 24 (2): 137–167.
- Martínez-Vilalta A, Motis A, Kirwan GM (2018) Least Bittern (*Ixobrychus exilis*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E (Eds) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/52721>. Accessed on: 2018-01-08.
- Morrison RIG, Serrano IL, Antas PTZ, Ross K (2008) Aves migratórias no Pantanal: distribuição de aves limícolas neárticas e outras espécies aquáticas no Pantanal. WWF-Brasil, Brasília, 100 pp.
- Nunes AP (2011) Quantas espécies de aves ocorrem no Pantanal brasileiro? *Atualidades Ornitológicas* 160: 45–54.
- Nunes AP, Tizianel FAT, Melo AV, Nascimento V, Machado N (2010) Aves da Estrada Parque Pantanal, Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Atualidades Ornitológicas On-line* 156: 33–47.
- Nunes JRS (2010) Avifauna do Rio Paraguai, Pantanal de Cáceres, Mato Grosso. PhD dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 259 pp.
- Nunes AP, Straube FC, Laps RR, Posso SR (2017) Checklist das aves do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* 107: 1–19. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017154>
- Oliveira AC, Barbosa AEA, Sousa AEBA, Lugarini C, Lima DM, Nascimento JLX, Souza MA, Somenzari M, Souza NA, Serafini PP, Amaral PP, Rossato RM, Medeiros RCS (2016) Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. CEMAVE/ICMBio, Cabedelo, 63 pp.
- Piacentini VQ, Aleixo A, Agne CE, Maurício GN, Pacheco JF, Bravo GA, Brito GRR, Naka LN, Olmos F, Posso S, Silveira LF, Betini GS, Carrano E,

- Franz I, Lees AC, Lima LM, Pioli D, Schunck F, Amaral FR, Bencke GA, Cohn-Haft M, Figueiredo LFA, Straube FC, Cesari E (2015) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. *Revista Brasileira de Ornitologia* 23 (2): 91–298.
- Pinho JB, Lopes LE, Marini MA (2016) Birds from the Pirizal region, Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 24 (3): 267–285.
- Pinho JB, Aragona M, Hakamada KYP, Marini MA (2017) Migrations patterns and seasonal forest use by birds in the Brazilian Pantanal. *Bird Conservation International* 27 (3): 371–387.
<https://doi.org/10.1017/S0959270916000290>
- Quiroga OB, Coria OR, Gómez N, Chimino G, Jorge F, Rojas LM, Llugdar JE, Alcalde M (2015) El Gaviotín Negro (*Chlidonias niger*) y el Burrito Común (*Laterallus melanophaius*) en Santiago Del Estero, Argentina. *Nuestras Aves* 60: 59–60.
- Ridgely RS, Tudor G (2009) Field guide to the songbirds of South America: the passerines. University of Texas Press, Austin, 751 pp.
- Sick H (1997) *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 912 pp.
- Signor CA, Pinho JB (2011) Spatial diversity patterns of birds in a vegetation mosaic of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Zoologia* 28 (6): 725–738.
<https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600005>
- Silveira LF, Beisiegel BDM, Curcio FF, Valdujo PH, Dixo M, Verdade VK, Mattox GMT, Cunningham PTM (2010) What use do fauna inventories serve? *Estudos Avançados* 24 (68): 173–207.
- Somenzari M, do Amaral PP, Cueto VR, de Camargo Guaraldo A, Jahn AE, Lima DM, Lugarini C, Machado CG, Martinez J, do Nascimento JLX, Pacheco JF, Paludo D, Prestes NP, Serafini PP, Silveira LF, de Sousa EBA, Alves de Sousa N, de Souza MA, Telino-Junior WR, Whitney BM (2018) An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 58(3): 1–66.
<https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.03>
- Tomas WM, Roque FO, Morato RG, Medici PE, Chiaravalloti RM, Tortato FR, Penha JMF, Izzo TJ, Garcia, LC, Lourival RFF, Girard P, Albuquerque NR, Almeida-Gomes M, Andrade MHS, Araujo AS, Araujo C, Arruda EC, Battirola LD, Benites M, Assunção VA, Bolzan FP, Boock JC, Bortolotto IM, Brasil MS, Camilo AR, Campos Z, Carniello MA, Catella AC, Cheida CC, Crawshaw Jr PG, Crispim SMA, Damasceno Junior GA, Desbiez ALJ, Dias FA, Eaton DP, Faggioni GP, Farinaccio MA, Fernandes JFA, Ferreira VL, Fischer EA, Fragoso CE, Freitas GO, Galvani F, Garcia AS, Garcia CM, Gracioli G, Guariento RD, Guedes NMR, Guerra A, Herrera HM, Hoogesteijn R, Ikeda-Castrillon SK, Juliano RS, Kantek DLZ, Keuroghlian A, Lacerda ACR, Lacerda ALR, Landeiro VL, Laps RR, Layme V, Leimgruber P, Rocha FL, Mamede S, Marques DKS, Marques MI, Mourão GM, Moraes RN, Moreira TA, Nicola RD, Nogueira DG, Nunes AP, Nunes da Cunha C, Oliveira MD, Oliveira MR, Paggi GM, Pellegrin AO, Pereira GMF, Peres IAHFS, Pinho JB, Pinto JOP, Pott A, Provete DB, Reis VDA, Reis RK, Renaud P, Ribeiro DB, Rosseto OC, Sabino J, Rumiz D, Salis SM, Santana DJ, Santos AS, Sartori AL, Sato M, Schuchmann KL, Scremin-Dias E, Sigrist MR, Silva A, Da Silva CJ, Siqueira AL, Soriano BMA, Sousa LM, Souza FL, Strussmann C, Sugai LSM, Tocantins N, Urbanetz C, Valente-Neto F, Viana DP, Yanosky A, Junk WJ (2019) Sustainability

- agenda for the Pantanal Wetland: perspectives on a collaborative interface for science, policy, and decision-making. *Tropical Conservation Science* 12: 1–30. <https://doi.org/10.1177/1940082919872634>
- Tubelis DP, Tomas WM (2003) Bird species of the Pantanal wetland, Brazil. *Ararajuba* 11 (1): 5–37.
- Turner A (2018) Purple Martin (*Progne subis*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E (Eds) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/57709>. Accessed on: 2018-01-15.
- Van Gils J, Wiersma P, Christie DA, Kirwan GM (2018) Pectoral Sandpiper (*Calidris melanotos*). In: Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, De Juana E (Eds) *Handbook of the birds of the world alive*. Lynx Edicions, Barcelona. <https://www.hbw.com/node/53933>. Accessed on: 2018-01-15.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALT, Lima JCA (1991) *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro, 124 pp.
- Vitorino BD, Frota AVB, Angelo M, Nunes JRS (2017) Avifauna associada a duas áreas de nascentes no Assentamento Laranjeira I, Província Serrana, Cáceres-MT. In: Ikeda-Castrillon S, Puhl JI, Morais FF, Morini-Lopes AAET (Eds) *Escassez hídrica e restauração ecológica no Pantanal: recuperação das nascentes e fragmentos de mata ciliar do córrego no Assentamento Laranjeira I e mobilização para conservação dos recursos hídricos no Pantanal mato-grossense*. 1 ed. Carlini & Caniato Editorial, Cuiabá, 153–167.
- Vitorino BD, Frota AVB, Ikeda-Castrillon SI, Nunes JRS (2018) Birds of Estação Ecológica da Serra das Araras, state of Mato Grosso, Brazil: additions and review. *Check List* 14 (5): 893–922. <https://doi.org/10.15560/14.5.893>
- Wantzen KM, Drago E, Da Silva CJ (2005) Aquatic habitats of the Upper Paraguay river-floodplain-system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecology and Hydrobiology* 5(2): 107–126.
- Wikiaves (2019) <http://www.wikiaves.com/>. Accessed on: 2019-05-31.

Material suplementar

Tabela S1 Locais de pesquisa, códigos dos locais e pontos, com suas coordenadas geográficas e respectivos tipos de macrohabitats.

Ciclo Hidrológico	Nome	Código	Ponto	Latitude	Longitude	Macrohabitats
2015-2016	Local 1	S1	MF1P1	16° 49.36'S	57° 32.48'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P2	16° 49.24'S	57° 32.45'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P3	16° 49.17'S	57° 32.36'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P4	16° 49.28'S	57° 32.30'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P5	16° 49.33'S	57° 32.19'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P6	16° 49.27'S	57° 32.06'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P7	16° 49.20'S	57° 31.97'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			MF1P8	16° 49.19'S	57° 31.84'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
	Local 2	S2	MF2P1	16° 52.27'S	57° 32.06'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P2	16° 52.15'S	57° 32.13'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P3	16° 52.04'S	57° 32.19'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P4	16° 51.95'S	57° 32.26'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P5	16° 51.86'S	57° 32.35'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P6	16° 51.82'S	57° 32.46'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P7	16° 51.67'S	57° 33.42'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
			MF2P8	16° 51.62'S	57° 33.54'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Campos de batumes / Canais fluviais
	Local 3	S3	PF1P1	16° 51.89'S	57° 33.17'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P2	16° 51.95'S	57° 33.06'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P3	16° 51.94'S	57° 32.94'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P4	16° 51.92'S	57° 32.88'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P5	16° 51.89'S	57° 32.69'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P6	16° 50.86'S	57° 35.17'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF1P7	16° 50.95'S	57° 35.11'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais

	Local 4	S4	PF1P8	16° 51.04'S	57° 35.02'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P1	16° 52.18'S	57° 26.47'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P2	16° 52.29'S	57° 26.42'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P3	16° 52.38'S	57° 26.34'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P4	16° 52.48'S	57° 26.29'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P5	16° 52.56'S	57° 26.19'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P6	16° 52.56'S	57° 26.07'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P7	16° 52.58'S	57° 25.96'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
			PF2P8	16° 52.62'S	57° 25.84'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Canais fluviais
	Local 5	S5	FG1P1	16° 49.71'S	57° 38.11'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P2	16° 49.82'S	57° 38.09'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P3	16° 49.94'S	57° 38.07'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P4	16° 50.04'S	57° 38.14'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P5	16° 50.15'S	57° 38.18'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P6	16° 50.23'S	57° 38.27'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P7	16° 50.30'S	57° 38.35'W	Campos inundados / Canais fluviais
			FG1P8	16° 50.25'S	57° 38.45'W	Campos inundados / Canais fluviais
	Local 6	S6	FG2P1	16° 52.75'S	57° 24.61'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P2	16° 52.72'S	57° 24.51'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P3	16° 52.63'S	57° 24.47'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P4	16° 52.51'S	57° 24.45'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P5	16° 52.45'S	57° 24.31'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P6	16° 52.48'S	57° 24.18'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P7	16° 52.38'S	57° 24.14'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
			FG2P8	16° 52.26'S	57° 24.19'W	Campos inundados / Lagoas / Canais fluviais
2017-2018	Transecto 1	T1	T1P1	16° 49.32'S	57° 32.24'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais

			T1P2	16° 49.18'S	57° 31.91'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P3	16° 49.27'S	57° 31.68'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P4	16° 49.49'S	57° 31.40'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P5	16° 49.53'S	57° 31.13'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P6	16° 49.44'S	57° 30.80'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P7	16° 49.33'S	57° 30.61'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P8	16° 49.48'S	57° 30.38'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P9	16° 49.68'S	57° 30.18'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T1P10	16° 49.55'S	57° 29.93'W	Floresta monoespecífica de <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
	Transecto 2	T2	T2P1	16° 51.77'S	57° 26.14'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P2	16° 52.07'S	57° 26.33'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P3	16° 52.46'S	57° 26.28'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P4	16° 52.57'S	57° 26.00'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P5	16° 52.64'S	57° 25.69'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P6	16° 52.57'S	57° 25.35'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P7	16° 52.45'S	57° 25.14'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P8	16° 52.70'S	57° 25.07'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P9	16° 52.98'S	57° 25.06'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T2P10	16° 52.94'S	57° 24.68'W	Florestas com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
	Transecto 3	T3	T3P1	16° 53.39'S	57° 29.62'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P2	16° 53.67'S	57° 29.45'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P3	16° 54.03'S	57° 29.36'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P4	16° 53.98'S	57° 28.93'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P5	16° 54.06'S	57° 28.63'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P6	16° 54.66'S	57° 28.92'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P7	16° 54.59'S	57° 28.33'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais

			T3P8	16° 54.92'S	57° 28.26'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P9	16° 55.03'S	57° 28.00'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
			T3P10	16° 55.01'S	57° 27.72'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Canais fluviais
	Transecto 4	T4	T4P1	16° 51.69'S	57° 33.50'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P2	16° 51.81'S	57° 33.30'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P3	16° 51.93'S	57° 33.00'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P4	16° 51.91'S	57° 32.68'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P5	16° 51.86'S	57° 32.41'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P6	16° 52.07'S	57° 32.23'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P7	16° 52.33'S	57° 32.04'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P8	16° 51.99'S	57° 31.96'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P9	16° 51.80'S	57° 31.86'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
			T4P10	16° 51.64'S	57° 31.64'W	Floresta monoespecífica por <i>Erythrina fusca</i> Lour. / Floresta com arbustais e pioneiras / Macrófitas aquáticas / Canais fluviais
	Transecto 5	T5	T5P1	16° 49.00'S	57° 39.43'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P2	16° 49.22'S	57° 39.59'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P3	16° 49.54'S	57° 39.55'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P4	16° 49.81'S	57° 39.64'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P5	16° 50.06'S	57° 39.70'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P6	16° 50.33'S	57° 39.83'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P7	16° 50.60'S	57° 39.63'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P8	16° 50.87'S	57° 39.56'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P9	16° 51.04'S	57° 39.28'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais
			T5P10	16° 51.19'S	57° 39.51'W	Campos inundados / Macrófitas aquáticas / Campos de batumes / Lagoas / Canais fluviais

CAPÍTULO 3

A dependência das áreas úmidas determina a resposta funcional da assembleia de aves ao pulso de inundação no Pantanal brasileiro

[Preparado de acordo com as normas da revista *Ornithology Research* -
Submetido em Janeiro de 2022]

< <https://www.springer.com/journal/43388/submission-guidelines> >

Título: A dependência das áreas úmidas determina a resposta funcional da comunidade de aves ao pulso de inundação no Pantanal brasileiro

Autores: Angélica Vilas Boas da Frota^{1,3}, Breno Dias Vitorino¹, Sara Miranda Almeida², Josué Ribeiro da Silva Nunes¹, Carolina Joana da Silva¹

¹Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ciências Ambientais (PPGCA), Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT – Cáceres), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

²Laboratório de Biogeografia da Conservação e Macroecologia (BIOMACRO Lab), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil.

³E-mail: angelicafrotaa@gmail.com

Angélica Vilas Boas da Frota ORCID 0000-0003-3693-4756

Breno Dias Vitorino ORCID 0000-0002-5293-8581

Sara Miranda Almeida ORCID 0000-0002-8372-5482

Josué Ribeiro da Silva Nunes ORCID 0000-0003-3927-5063

Carolina Joana da Silva ORCID 0000-0003-0517-1661

Resumo

O regime hidrológico em planícies de inundação é essencial para a conservação da biodiversidade que depende das áreas úmidas interiores. E entender como os organismos estão associados a este ecossistema, pode funcionar como importante indicador para a manutenção da biodiversidade e dos processos naturais. Nosso objetivo foi avaliar as respostas funcionais das aves ao pulso de inundação do Pantanal, considerando os períodos hidrológicos e três grupos de aves com diferentes graus de dependência das áreas úmidas. Para isso, foi realizado o levantamento de aves na planície de inundação do rio Paraguai, abrangendo os períodos hidrológicos do ciclo 2017-2018. Consideramos a riqueza de espécies, abundância, quatro medidas de diversidade funcional e a composição de traços funcionais como respostas ecológicas. A riqueza de espécies foi maior para o grupo de aves com menor grau de dependência de

áreas úmidas, principalmente nos períodos de seca e vazante. Por outro lado, descobrimos que quanto maior o grau de dependência das áreas úmidas pelas aves, maiores as diferenças nos valores de traços funcionais ao longo dos períodos. A abundância foi afetada pela variação dos períodos hidrológicos para todos os grupos de aves. Os grupos de aves ocuparam nichos distintos, e traços funcionais associados as aves aquáticas foram dominantes em todos os períodos. Descobrimos que o grau de dependência das áreas úmidas é um determinante para a resposta das aves às mudanças dos períodos hidrológicos. Somente a riqueza de espécies pode não refletir as características que são inerentes a esse ecossistema. Grupos de aves como *Waterbirds* e *Wetland birds* apresentaram maior diversidade funcional ao longo dos períodos hidrológicos, evidenciando a importância do regime de pulso de inundação para espécies altamente dependentes de áreas úmidas e que realizam diversos serviços ecológicos.

Palavras-chave: Aves aquáticas, Diversidade funcional, Ecossistemas de água doce, Planície de inundação, Regime hidrológico, Sazonalidade

Abstract

Hydrological regime in floodplains are essential to support biodiversity that depend on wetlands, and understanding how these organisms are associated to this ecosystem could be useful, as they can act as important agents for the maintenance of diversity and natural processes. We aimed to assess the bird functional responses to the Pantanal flood pulse, considering the hydrological periods and three bird groups with different degrees of wetlands dependence. For this, bird survey was conducted in the Paraguay River floodplain system, covering the hydrological periods of the 2017-2018 cycle. We considered species richness, abundance, four functional diversity measures, and functional trait composition as ecological responses. Species richness was higher for bird group with lower degree of wetland dependence, mainly in drought and ebb periods. On the other hand, we found that the higher the degree of wetland dependence by birds, the higher the differences in the functional-trait values over periods. Abundance was affected by the variation of the hydrological periods for all bird

groups. Bird groups had distinct niches, and functional traits associated with waterbirds were dominant in all periods. We found that degree of wetland dependence is driving the response of birds to changes in hydrological periods. Measuring only species richness may not reflect the inherent characteristics of this ecosystem. Bird groups such as waterbirds and wetland birds showed greater functional diversity throughout the hydrological periods, evidencing the importance of the flood pulse regime for species that are highly dependent on these environments, and that perform many ecological services.

Key words: Hydrological regimes, Floodplain, Freshwater, Functional diversity, Seasonality, Waterbirds

AFIRMAÇÕES E DECLARAÇÕES

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela bolsa de pesquisa para AVBF e BDV; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade para CJS; e CNPq pelo financiamento da Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) “Dinâmicas Ecológicas na planície de inundação do Alto Rio Paraguai” (no. 441563/2016-3).

Informações Suplementares

Este documento contém material suplementar disponível.

Conflitos de interesse/Interesses concorrentes

Não há conflitos de interesses.

Disponibilidade de dados e materiais

Os conjuntos de dados usados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação e justificativa.

Contribuições dos autores

Conceituação: [AVBF, BDV, SMA]; Metodologia: [AVBF, BDV, SMA]; Investigação: [AVBF, BDV]; Curadoria dos dados: [AVBF]; Análises formais: [AVBF]; Escrita – original: [AVBF]; Escrita – revisão e edição: [AVBF, BDV, SMA, JRSN, CJS]; Aquisição de financiamento: [JRSN, CJS].

Aprovação Ética

Este estudo segue a licença da autoridade responsável pela realização da pesquisa na respectiva área. As atividades de permissão com finalidade científica estão sob autorização número 59399 do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO/ICMBio.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT): AVBF e BDV receberam bolsa da FAPEMAT/CAPES 007/2018; e CJS recebeu bolsa de pesquisa do CNPq; Agradecemos também ao CNPq pelo apoio à Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) Pantanal “Dinâmicas Ecológicas na planície de inundação do Alto Rio Paraguai” (nº 441563/2016-3); ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Estação Ecológica de Taiamã (ICMBio/EET) pelo apoio financeiro e logístico; Bia de A. Almeida, João B. de Pinho, Luiz dos Anjos, Vitor Q. Piacentini, Ernandes S. Oliveira Junior e Wilkinson L. Lázaro pelos comentários e sugestões na versão original do trabalho.

Introdução

As áreas úmidas formadas por planícies de inundação ribeirinhas são consideradas um dos ecossistemas mais diversos e produtivos do mundo (Tockner e Stanford 2002), fornecendo múltiplos serviços ecossistêmicos de regulação e suporte, bem como benefícios econômicos e sociais (Mitsch et al. 2015). Estes locais são caracterizados por regimes hidrológicos anuais e plurianuais - conceito de pulso de inundação - em que as flutuações das chuvas e do nível de água acumulado promovem a entrada, saída e interação lateral de água, nutrientes e organismos entre rios ou lagos e áreas inundadas conectadas (Junk et al. 1989). No entanto, a redução das chuvas e a perda de áreas úmidas devido as atividades humanas e mudanças climáticas (Gupta et al. 2020) afetam negativamente a biodiversidade em ecossistemas de água doce (Albert et al. 2020). As espécies dependentes de áreas úmidas diminuíram em taxas mais elevadas do que as espécies associadas a outros ecossistemas (Davidson 2016). Estimativas da *Wetlands International* revelam o constante declínio das populações de aves aquáticas, destacando as grandes lacunas no conhecimento na região Neotropical e a perda de áreas úmidas na América do Sul (Wetlands International 2012; Davidson 2016). Assim, entender como esses organismos estão associados aos pulsos de inundação em áreas úmidas pode ser útil, funcionando como importantes indicadores para a manutenção da diversidade e dos processos naturais neste ambiente. De fato, as espécies dependentes de áreas úmidas podem ser vistas como indicadores ecológicos.

A dinâmica que ocorre em áreas úmidas sazonais permite uma flutuação na disponibilidade de recursos para a biodiversidade de acordo com suas condições anuais de inundação e seca, e as aves desempenham um papel fundamental contribuindo para o fluxo de matéria e energia no ambiente e a ciclagem de nutrientes, pois possuem grande mobilidade e participam de uma ampla gama de serviços ecossistêmicos (Whelan et al. 2008; Green e Elmberg 2013; Luck et al. 2013). Os ecossistemas de áreas úmidas, por sua vez, proporcionam locais ideais para reprodução, descanso, alimentação para as aves, e são um importante ponto de parada e rota para espécies migratórias (Somenzari et al. 2018; Jahn et al. 2020). No entanto, as funções ecossistêmicas das aves em áreas úmidas são muitas vezes negligenciadas devido à falta de

informações essenciais sobre suas interações nesses ambientes (Green e Elmberg 2013).

Aves consistem em um dos grupos biológicos mais diversos, e algumas espécies possuem maior dependência das áreas úmidas do que outras, como as aves aquáticas, que apresentam características morfológicas e comportamentais (e.g., pernas, pés, bico, tamanho da glândula uropigial, peixes ou invertebrados aquáticos na dieta) adaptadas ao uso direto de habitats aquáticos e de áreas úmidas, seja para sua alimentação ou reprodução (Vieira 2017; Almeida et al. 2018). Esse gradiente de dependência pode também compreender espécies que, embora não apresentem essas características morfológicas, apresentam aspectos comportamentais diretamente relacionados a uma dependência direta de recursos ou habitats em áreas úmidas tanto para a alimentação ou reprodução, como aquelas espécies que usam principalmente os habitats ripários ou palustres. Por outro lado, áreas úmidas também permitem o uso de seus habitats por espécies mais generalistas ou que estão mais associadas aos habitats terrestres. Neste contexto, as aves podem ser categorizadas em três grupos: *Waterbirds*, aquelas com maior grau de dependência das áreas úmidas; *Wetland birds*, são aquelas com grau intermediário de dependência das áreas úmidas; e *Non-wetland birds*, aquelas com menor grau de dependência de áreas úmidas (Accordi 2010; Wetlands International 2012; Billerman et al. 2022). Essa dependência de áreas úmidas pelas aves pode conduzir à rotatividade de espécies ao longo de alterações hídricas em planícies de inundação, em que os períodos de águas mais altas e águas baixas favorece a ocorrência de grupos mais ou menos dependentes, respectivamente (Almeida et al. 2016; Lorenzón et al. 2020).

Para avaliar as respostas ecológicas das aves em ecossistemas de áreas úmidas, muitas medidas de diversidade podem ser consideradas. Além das medidas clássicas como número de espécies e distribuição de abundância (Whittaker et al. 2001), as medidas de diversidade funcional têm sido amplamente utilizadas para entender o papel dos processos naturais e distúrbios ambientais na estrutura das comunidades biológicas (Mouillot et al. 2013). Essa abordagem permite avaliar a resposta do organismo às mudanças ambientais, bem como o efeito do organismo no funcionamento do ecossistema (Luck et al. 2012). A diversidade funcional estima as diferenças entre espécies ou grupos

funcionais que coexistem em uma comunidade com base em seus traços funcionais morfológicos, fisiológicos e comportamentais (por exemplo, biomassa, estratégias de forrageamento, itens presentes na dieta) (Tilman 2001; Petchey e Gaston 2006). O uso de traços funcionais em estudos ecológicos permite uma visão mais precisa dos processos naturais e, tais características estão relacionadas ao nicho das espécies (Tilman 2001) e esses fatores bióticos também podem ser determinantes de processos ecossistêmicos em ambientes com diferentes regimes hidrológicos (Setubal et al. 2020).

O Pantanal é uma das maiores planícies de inundação contínuas do mundo e apresenta regime hidrológico com pulsos de inundação do tipo monomodal, de baixa amplitude e longa duração (Junk e Da Silva 1996). Os diferentes períodos hidrológicos de enchente, cheia, vazante e estiagem (Lázaro et al. 2020) formam suas áreas úmidas com habitats terrestres ou aquáticos permanentes ou temporários (e.g., canais fluviais, lagoas, campos e florestas inundáveis) que são essenciais para a biodiversidade que depende desse ecossistema (Wantzen et al. 2005; Junk et al. 2006, 2014). Recentemente, secas e queimadas extremas no Pantanal brasileiro ganharam repercussão mundial devido à magnitude da devastação da biodiversidade (Libonati et al. 2020; Mega 2020). As alterações da paisagem causadas pelo “arco de perda de vegetação nativa” no planalto circundante da planície (Guerra et al. 2020), bem como a redução da massa de água e precipitação nos últimos anos, podem causar alterações severas na biodiversidade e funções ecológicas (Lázaro et al. 2020). Assim, é imperativo compreender a estrutura e a dinâmica das comunidades biológicas nesta planície de inundação.

No presente estudo, objetivamos avaliar as respostas funcionais das aves ao pulso de inundação do Pantanal, considerando os efeitos dos períodos hidrológicos em grupos de aves com diferentes graus de dependência de áreas úmidas. Para isso, testamos as seguintes predições: (1) a variação dos períodos hidrológicos afeta cada grupo de aves de forma diferente, pois a riqueza de espécies e a abundância de aves com alto grau de dependência de áreas úmidas tendem a ser maiores no período de águas mais altas (Lorenzón et al. 2020); (2) as medidas de diversidade funcional mudam mais entre os períodos hidrológicos para as aves que dependem mais das áreas úmidas, pois estas são fortemente influenciadas por fatores sazonais variando de acordo com flutuação de

inundação e seca (Almeida et al. 2016; Almeida et al. 2019); e (3) a composição das características funcionais muda entre os períodos hidrológicos, pois a variação do pulso de inundação permite uma grande variedade de recursos e nichos para a fauna aquática e terrestre em cada período (Figueira et al. 2011; de Deus et al. 2020a; de Deus et al. 2020b). Então, em águas mais altas, as características associadas a aves dependentes de áreas úmidas são mais representativas e, em águas baixas, predominam características associadas a um grupo menos dependente de áreas úmidas.

Material e Métodos

Área de estudo

O sistema do nosso estudo inclui a planície de inundação do rio Paraguai, Norte do Pantanal, no estado de Mato Grosso, Bacia Hidrográfica do Paraguai, Brasil (Figura 1). Este local inclui o sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiaimã (EET), uma área integralmente protegida pela Lei federal nº 9.985/2000, bem como sua zona de entorno protegida pela Resolução Estadual CEPESCA nº 02/2018, e uma Reserva Particular do Patrimônio Natural protegida pela mesma legislação federal. A região apresenta uma elevação entre 93 e 118 m de altitude (Brasil 2017). O clima é de tropical com inverno seco (Aw) segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual variando de 32° C a 20° C (Alvares et al. 2013). O uso e cobertura da terra do Pantanal apresenta formação de floresta aluvial sazonal semidecídua, formação natural não florestal, corpos d'água, agricultura e pastagem (Souza Jr. et al. 2020).

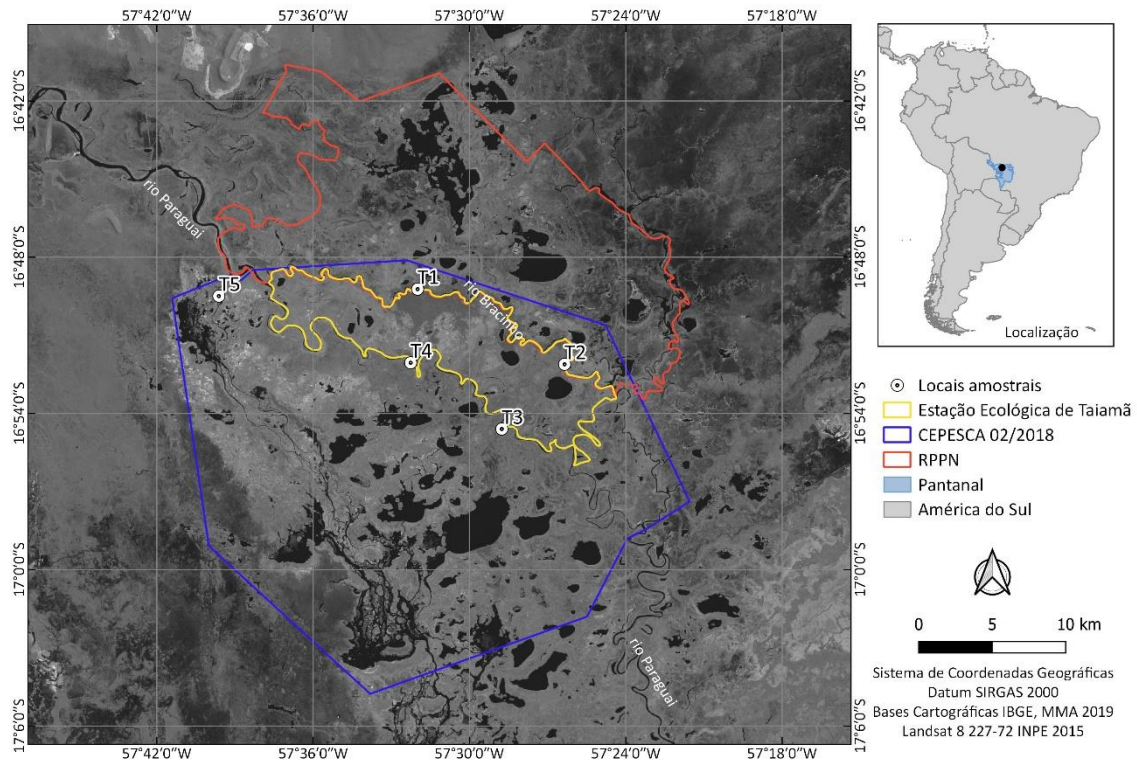


Figura 1 Localização da área de estudo e os transectos (locais) de amostragem das aves na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Caracterizada por diferentes tipos de macrohabitats de áreas úmidas brasileiras (Junk et al. 2014), a EET é formada por uma ilha fluvial (16°48'S–16°58'S e 57°24'W–57°40'W) e constitui predominantemente por áreas aquáticas, como os canais dos rios Paraguai e Bracinho, e *baías* (lagoas); áreas pantanosas, como ilhas flutuantes e batumes que se diversificam em seu estágio sucessional, com plantas aquáticas de várias formas biológicas (e.g., flutuantes, emergentes); e áreas de transição aquática-terrestre, que consiste em florestas inundáveis (e.g., florestas dominadas por *Erythrina fusca* Lour.) e campos inundáveis (Frota et al. 2017). A zona de entorno consiste em canais de várzea interligados a lagos de depressão irregulares (Wantzen et al. 2005), e áreas abertas consistindo de campos inundáveis e batumes; também apresenta florestas inundáveis nas margens do canal do rio.

Amostragem das aves

Amostramos aves ao longo de cinco transectos, cada um com 5 km de extensão, localizados dentro da área de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) “*Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do Alto Rio Paraguai*” (Figura 1). A amostragem foi realizada ao longo da calha do rio e o acesso aos macrohabitats ocorreu com um pequeno barco (licença SISBIO – nº 59399). Realizamos quatro expedições de campo, que corresponderam aos quatro períodos hidrológicos: estiagem (Agosto - Outubro), enchente (Novembro - Janeiro), cheia (Fevereiro - Abril), e vazante (Maio - Julho), no ciclo hidrológico de 2017-2018 (Figura 2).

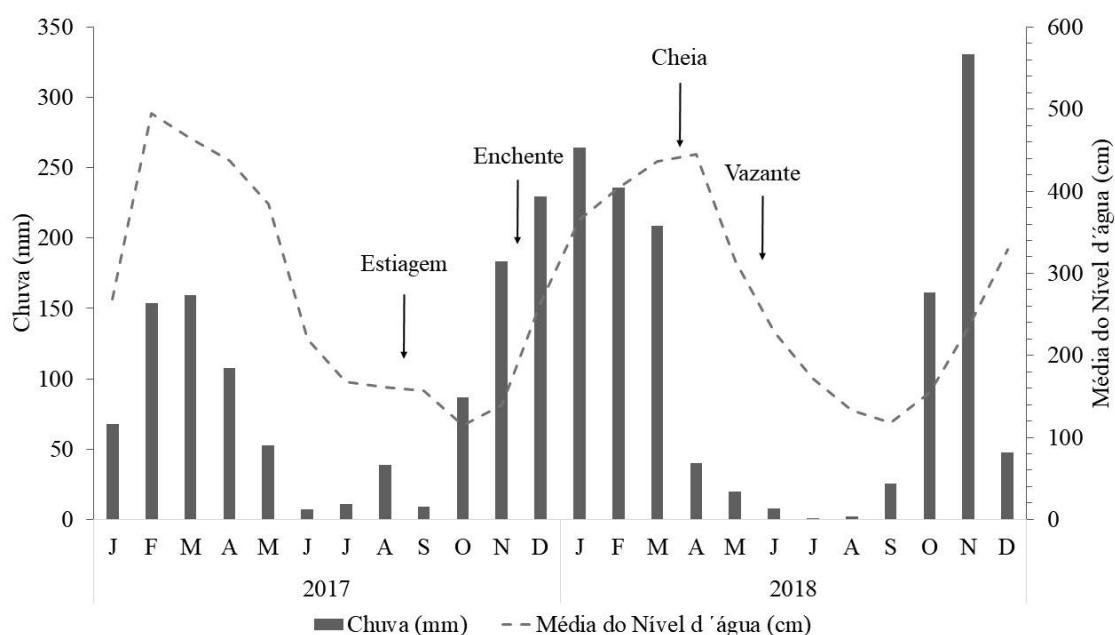


Figura 2 Ciclo hidrológico 2017-2018 mostrando precipitação (mm) nas barras cinzas e nível médio da água (cm) no rio Paraguai nas linhas tracejadas, Estação Hidrológica de Cáceres, Bacia Hidrográfica do Paraguai, Brasil. As setas indicam as quatro campanhas de monitoramento de aves realizadas durante o ciclo, abrangendo os períodos hidrológicos de estiagem, enchente, cheia e vazante. Fonte dos dados telemétricos: Agência Nacional das Águas (2019).

Para amostrar as aves, estabelecemos dez estações de contagem de pontos em cada transecto, seguindo o protocolo para levantamentos para assembleias de aves em ecossistema de áreas úmidas (Accordi 2010). A distância mínima entre os pontos em cada transecto foi de 500 metros para distribuir o esforço e evitar a sobreposição de registros. Em cada estação de contagem de pontos, registramos as espécies de aves e o número de indivíduos observados e/ou ouvidos por 15 minutos considerando um raio de 50 metros do observador. A coleta de dados ocorreu das 6h às 10h, com cada transecto

visitado por dois dias não consecutivos em cada período hidrológico do pulso de inundação, totalizando um esforço amostral de 100 horas de observação.

A categorização dos grupos de aves foi de acordo com o grau de dependência das áreas úmidas pelas espécies, baseada nas informações disponíveis na literatura (Accordi 2010; Wetlands International 2012; Billerman et al. 2022) e no nosso conhecimento pessoal sobre as espécies a respeito de suas características morfológicas e comportamentais. Sendo assim, as aves foram categorizadas em três grupos: *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* (ver Tabela S1). As análises foram realizadas para cada grupo de aves separadamente. Assim, para cada transecto somamos o número de espécies e a abundância de indivíduos de cada grupo de aves para cada período hidrológico, totalizando 60 amostras (5 transectos x 3 grupos de aves x 4 períodos hidrológicos). A classificação taxonômica das espécies de aves seguiu Pacheco et al (2021), e para o status migratório, seguimos Somenzari et al. (2018).

Traços funcionais

Para medir a estrutura funcional das assembleias de aves em relação aos períodos hidrológicos e grupos de aves com diferentes graus de dependência de áreas úmidas, consideramos 18 traços funcionais obtidos no banco de dados EltonTraits 1.0 (Wilman et al. 2014), que refletem o uso de recursos e o papel funcional em ecossistemas naturais (Luck et al. 2012; Wilman et al. 2014). Organizamos uma matriz funcional, onde as linhas eram as espécies e as linhas eram os traços funcionais. Os traços funcionais utilizados foram: dieta, definida como a proporção (%) de cada item alimentar consumido (1 - invertebrados; 2 - vertebrados endotérmicos, como mamíferos e aves; 3 - vertebrados ectotérmicos, como répteis e anfíbios; 4 - peixes ; 5 - carniça ou carcaças; 6 - vertebrados em geral ou desconhecidos, quando não há identificação clara de que tipo de vertebrado foi consumido; 7 - frutos; 8 - néctar; 9 - sementes; 10 - outros materiais vegetais); estrato de forrageamento, tratado como a porcentagem estimada (%) de tempo gasto em cada estrato (11 – abaixo da superfície da água; 12 – ao redor da superfície da água; 13 – solo; 14 – sub-

bosque; 15 – níveis médios a altos de vegetação; 16 – dossel ; 17 - aéreo); e 18 - biomassa (em gramas) como variável contínua.

Análises de dados

Calculamos a média e o erro padrão (SE) da riqueza de espécies e abundância de indivíduos para as assembleias de aves, e para cada grupo de aves (*Waterbirds*, *Wetland birds*, *Non-wetland birds*) classificadas de acordo com o grau de dependência de áreas úmidas em cada período hidrológico (Estiagem, Enchente, Cheia, Vazante). Nós também calculamos quatro medidas complementares de diversidade funcional com base no espaço multivariado de traços funcionais (Villéger et al. 2008): Riqueza funcional (FRic), que representa o espaço funcional preenchido pela comunidade; Uniformidade funcional (FEve), descrevendo a regularidade da distribuição da abundância no espaço funcional, onde valores próximos de zero indicam distâncias funcionais muito irregulares entre espécies e valores próximos de 1 indicam distâncias muito constantes; e Divergência funcional (FDiv), que define a distância das abundâncias das espécies do centro do espaço funcional (Mason et al. 2005). Na FDiv, os valores aumentam se as espécies mais abundantes apresentam valores extremos de características funcionais. Alta divergência funcional indica baixa sobreposição de nicho e baixa competição entre espécies (Mouchet et al. 2010). Também calculamos a Dispersão funcional (FDis), que é a distância média de espécies individuais ao centróide da comunidade em um espaço de características multidimensionais (Laliberté e Legendre 2010), e é alta quando as complementaridades de nicho aumentam. Aumentos em FDis implicam que a abundância de espécies com valores de características mais distantes do centróide aumentou, indicando maior uso das margens do espaço funcional (Laliberté e Legendre 2010; Almeida et al. 2019). Ainda, nós calculamos a *community-weighted means* (CWM) para cada traço da assembleia de aves. CWM representa a composição funcional da comunidade e constitui valores médios das características ponderadas no nível da comunidade (Garnier et al. 2004; Lavorel et al. 2008) e permite avaliar a associação entre dominância de características e gradientes ambientais para um conjunto de comunidades (Duarte et al. 2018). Os valores das métricas funcionais foram calculados para

cada transecto amostrado, para cada grupo de aves e período hidrológico usando a função *dbFD* no pacote *FD* (Laliberté et al. 2015).

Realizamos modelos lineares generalizados (GLMs) no nível do transecto de amostragem para avaliar como o período hidrológico afeta a riqueza de espécies, abundância e diversidade funcional dos grupos de aves com diferentes graus de dependência de áreas úmidas. O preditor “período hidrológico” foi uma variável categórica com os quatro níveis (Estiagem, Enchente, Cheia, Vazante), e “grupos de aves” foi uma variável categórica com três níveis (*Waterbirds*, *Wetland birds*, *Non-wetland birds*). Nós avaliamos os efeitos isolados dos períodos hidrológicos nas métricas de diversidade no primeiro modelo. Em seguida, realizamos um segundo modelo com as interações entre os períodos hidrológicos e grupos de aves. Modelos nulos sem efeito também foram incluídos para comparação. Usamos a distribuição de Poisson para modelos avaliando riqueza e abundância com a função de ligação = “log”. Para medidas de diversidade funcional, usamos a distribuição Gaussian com a função de ligação = “identity”. O ajuste do modelo foi definido usando o Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc), e o melhor modelo foi aquele com o menor valor de AICc. Para isso, nós usamos a função *AICctab* do pacote *bbmle* (Bolker e R Development Core Team 2020). Posteriormente, traçamos os intervalos de confiança do modelo selecionado e realizamos comparações pareadas dos preditores dos modelos para cada medida de diversidade usando as funções *emmeans* e *contrast* do pacote *emmeans* (Russell et al. 2022). Tukey foi o método de ajuste para os valores de *p* dos testes de contrastes, considerando o nível de intervalo de confiança de 95%.

Para avaliar quais traços funcionais são os mais representativos para *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* em cada período hidrológico, realizamos uma Análise de Principais Componentes (PCA). Calculamos as dimensões das variáveis e avaliamos a variação combinada das características usando a proporção acumulada dos dois eixos principais. Os valores foram estabelecidos de acordo com a média de cada *community-weighted trait mean* (CWM). Para verificar quais variáveis foram as mais correlacionadas em cada eixo, avaliamos a descrição das dimensões usando a função *dimdesc*. Nesta análise, utilizamos o pacote *FactoMineR* (Le et al. 2008). Para desenho gráfico,

usamos o pacote ggplot2 (Wickham 2016). Conduzimos todos os cálculos e todas as análises estatísticas no ambiente R (R Core Team, 2019).

Resultados

Visão geral

Registramos 15.714 indivíduos pertencentes a 162 espécies, sendo 38 *Waterbirds* (3.499 indivíduos), 26 *Wetland birds* (3.588 indivíduos) e 98 *Non-wetland birds* (8.627 indivíduos). As espécies de aves foram distribuídas em 21 ordens e 48 famílias (33 não-Passeriformes e 15 Passeriformes). As famílias com maior número de espécies foram Tyrannidae (15 spp.), Thraupidae (10 spp.), Ardeidae (9 spp.) e Psittacidae (9 spp.). Entre as aves, 21 são espécies migratórias (13 *Non-wetland birds*; 5 *Waterbirds*; 3 *Wetland birds*). Do total de espécies, 12 foram registradas exclusivamente no período de cheia (9 *Non-wetland birds*; 3 *Waterbirds*), 10 apenas no período de vazante (6 *Non-wetland birds*; 4 *Waterbirds*), 7 apenas no período de enchente (5 *Non-wetland birds*; 1 *Waterbird*; 1 *Wetland bird*) e 4 apenas no período de estiagem (todas *Non-wetland birds*) (Tabela S1). Em relação às assembleias de aves, a riqueza de espécies ($z = 51,76$; $p < 0,0001$) e a abundância ($z = 319,28$; $p < 0,0001$) foram significativamente maiores durante o período de estiagem. Em geral, as medidas de diversidade funcional também foram maiores no período de estiagem para as assembleias de aves, exceto para riqueza funcional, em que não houve diferenças entre os períodos hidrológicos (Tabela S2; S3).

Efeitos dos períodos hidrológicos nos grupos de aves

As comparações dos valores estimados em nossos modelos com o modelo nulo mostraram que a riqueza de espécies, abundância e duas das quatro medidas de diversidade funcional (FRic e FDis) foram explicadas pela interação dos preditores período hidrológico e grupos de aves. Diferentemente das outras medidas, a riqueza de espécies e a abundância foram melhor explicadas pelo efeito isolado do período hidrológico quando comparado ao modelo nulo. A FEve foi melhor explicada pela variação do período hidrológico

quando comparado ao modelo combinado dos preditores (Figura 3; Tabela 1). Os valores estimados nos modelos e as comparações pareadas mostraram que essas diferenças foram observadas quando houve uma maior riqueza de espécies e abundância, e uma menor diversidade funcional para as *Non-wetland birds* quando comparadas às *Waterbirds* e *Wetland birds* (Tabela S3; S5). Durante o período de enchente, *Waterbirds* apresentaram valores de abundância superiores às *Wetland birds* ($z = 4,82$; $p < 0,001$), e no período de vazante os valores de abundância foram maiores para as *Wetland birds* ($z = -2,61$; $p = 0,009$). Esses dois grupos de aves também diferiram na uniformidade funcional durante a estiagem, com os maiores valores para as *Waterbirds* ($z = 2,54$; $p = 0,010$). Encontramos menor dispersão funcional para *Waterbirds* do que para *Wetland birds* nos períodos de enchente, cheia e vazante. Nos períodos de estiagem e vazante, encontramos maior dispersão funcional de *Waterbirds* e *Wetland birds* em comparação com *Non-wetland birds* (Tabela S5).

Tabela 1 Resultados da seleção de modelos lineares generalizados (GLM) e modelos lineares (LMs) para o efeito dos diferentes períodos hidrológicos do pulso de inundação (Estiagem, Enchente, Cheia e Vazante), e considerando seu efeito combinado com a variação entre os grupos de aves categorizados por graus de dependência das áreas úmidas (*Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds*) sobre a riqueza de espécies, abundância e diversidade funcional da comunidade de aves na planície de inundação do Rio Paraguai, Pantanal, Brasil. FRic (Riqueza funcional), FEve (Uniformidade Funcional), FDiv (Divergência Funcional); FDis (Dispersão Funcional). AICc (Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras); $\Delta AICc$ (diferença entre o respectivo modelo e o melhor modelo); df (grau de liberdade); AICw (Akaike weight).

Variável resposta	Modelo	AICc	$\Delta AICc$	df	AICw
Riqueza	Período	604,6	236	4	<0,001
	Período*Grupo	368,6	0	12	1
	Nulo	601,3	236,1	1	<0,001
Abundância	Período	6637	3557	4	<0,001
	Período*Grupo	3080	0	12	1
	Nulo	6758,2	3678,1	1	<0,001
FRic	Período	-447,3	11,1	5	0,0037
	Período*Grupo	-458,4	0	13	0,9531
	Nulo	-452,2	6,2	2	0,0432
FEve	Período	-113,3	3,6	5	0,1429
	Período*Grupo	-103,5	13,4	13	0,0011
	Nulo	-116,9	0	2	0,856
FDiv					

FDis	Período	-130	1	5	0,26
	Período*Grupo	-130,2	0,7	13	0,3
	Nulo	-131	0	2	0,44
	Período	-298	35,6	5	<0,001
	Período*Grupo	-333,5	0	13	1
	Nulo	-298	32,2	2	<0,001

Especificamente, as *Waterbirds* não apresentaram diferenças na riqueza de espécies entre os períodos hidrológicos. No entanto, houve diferença de abundância entre os períodos para este grupo, com o maior número de indivíduos observados durante a enchente (média = 266; SE = 125,63) e o menor durante a vazante (média = 163,60; SE = 26,48). Nas comparações pareadas, encontramos abundância semelhante de *Waterbirds* entre os períodos de cheia e vazante ($z = 1,58$; $p = 0,11$). Por outro lado, na enchente houve maior número de indivíduos do que na cheia ($z = 12,42$; $p < 0,001$), vazante ($z = -10,93$; $p < 0,001$) e estiagem ($z = -16,28$; $p < 0,001$). Encontramos menor número de indivíduos de *Waterbirds* na estiagem do que na vazante ($z = -5,87$; $p < 0,001$) e na cheia ($z = -4,31$; $p < 0,001$). Não encontramos diferença na riqueza funcional e divergência funcional entre os períodos hidrológicos para *Waterbirds*, mas houve maior uniformidade funcional durante a estiagem do que nos outros períodos (Tabela S2; S4). Os valores de dispersão funcional para este grupo foram significativamente maiores no período de estiagem quando comparados ao período de cheia ($z = 2,08$; $p = 0,03$).

A riqueza de espécies das *Wetland birds* também não variou entre os períodos hidrológicos. No entanto, a abundância deste grupo foi baixa no período de estiagem em relação aos demais períodos hidrológicos (Tabela S2; S4). Em relação à estrutura funcional das *Wetland birds*, encontramos variação apenas na maior riqueza funcional da cheia para a vazante ($z = -2,30$; $p = 0,02$). Para as *Non-wetland birds*, encontramos maior riqueza de espécies na estiagem do que no período de cheia ($z = 2,17$; $p = 0,02$). A abundância de *Non-wetland birds* também foi maior na estiagem quando comparada aos demais períodos (Figura 3), bem como quando se compara o período de vazante com a cheia ($z = 9,76$; $p < 0,001$) e enchente ($z = 8,37$; $p < 0,001$). Houve maior divergência funcional e dispersão funcional para as *Non-wetland birds* durante o período de enchente do que nos períodos de estiagem e vazante (Tabela S2; S4).

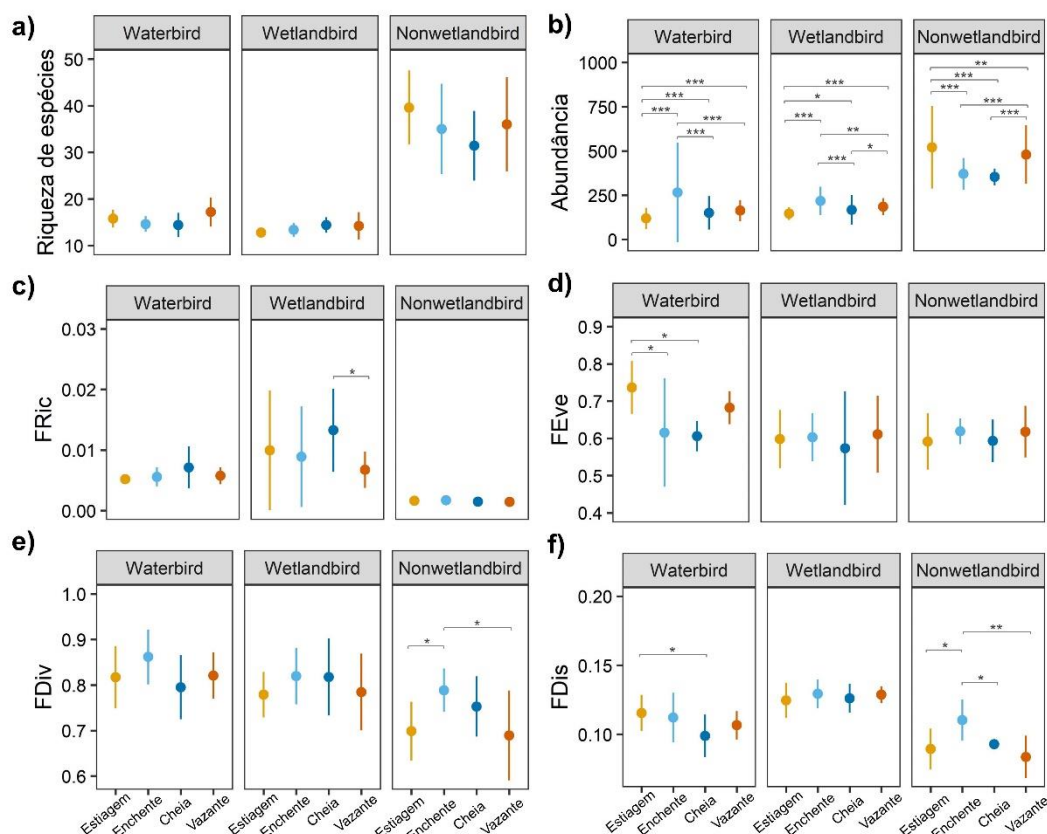


Figura 3 Variações na riqueza de espécies, abundância de indivíduos e medidas de diversidade funcional de *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* entre períodos hidrológicos na planície de inundação do Rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Os gráficos mostram o intervalo de confiança de 0,95 e comparações par-a-par. a) Riqueza de espécies; b) Abundância; c) Riqueza funcional (FRic); d) Uniformidade funcional (FEve); e) Divergência funcional (FDiv), f) Dispersão funcional (FDis). Nível de significância: **** $p < 0,001$; *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$.

Composição funcional

Os dois primeiros eixos de PCA explicaram 74,20% da variação do conjunto de traços funcionais no período de estiagem. No eixo 1, os traços mais representativos foram o forrageamento na superfície da água ($R^2 = -0,96$; $p < 0,001$) e dieta de peixes ($R^2 = -0,87$; $p < 0,001$). No eixo 2, observamos uma alta representação de espécies que se alimentam de invertebrados ($R^2 = -0,87$; $p < 0,001$) e forrageiam no solo ($R^2 = -0,85$; $p < 0,001$). No período de enchente, os dois primeiros eixos de PCA explicaram 69,40% da variação dos traços funcionais, sendo a dieta de peixes ($R^2 = -0,95$; $p < 0,001$) e forrageamento em níveis médios a altos de vegetação ($R^2 = 0,92$; $p < 0,001$) os mais representativos no eixo 1, e a dieta de néctar ($R^2 = 0,72$; $p = 0,002$) e forrageamento no solo ($R^2 = -0,75$; $p = 0,001$) os traços mais representativos no eixo 2. No período de cheia,

os dois primeiros eixos explicaram 76,60% da variação na composição dos traços funcionais, sendo o forrageamento em níveis médios a altos de vegetação ($R^2 = 0,96$; $p < 0,001$) e a dieta dos peixes ($R^2 = -0,91$; $p < 0,001$) os mais representativos no eixo 1. No eixo 2, a dieta de invertebrados ($R^2 = -0,97$; $p < 0,001$) e forrageamento no solo ($R^2 = -0,62$; $p = 0,013$) foram os traços funcionais mais representativos. No período de vazante, os dois primeiros eixos somam 68,10% da variação conjunta dos traços funcionais das aves, sendo o forrageamento ao redor da superfície da água ($R^2 = -0,95$; $p < 0,001$) e a dieta de vertebrados ectotérmicos ($R^2 = -0,89$; $p < 0,001$) os mais associados ao eixo 1, e a dieta de invertebrados ($R^2 = -0,88$; $p < 0,001$) e o forrageamento no solo ($R^2 = -0,84$; $p < 0,001$) os mais representativos no eixo 2.

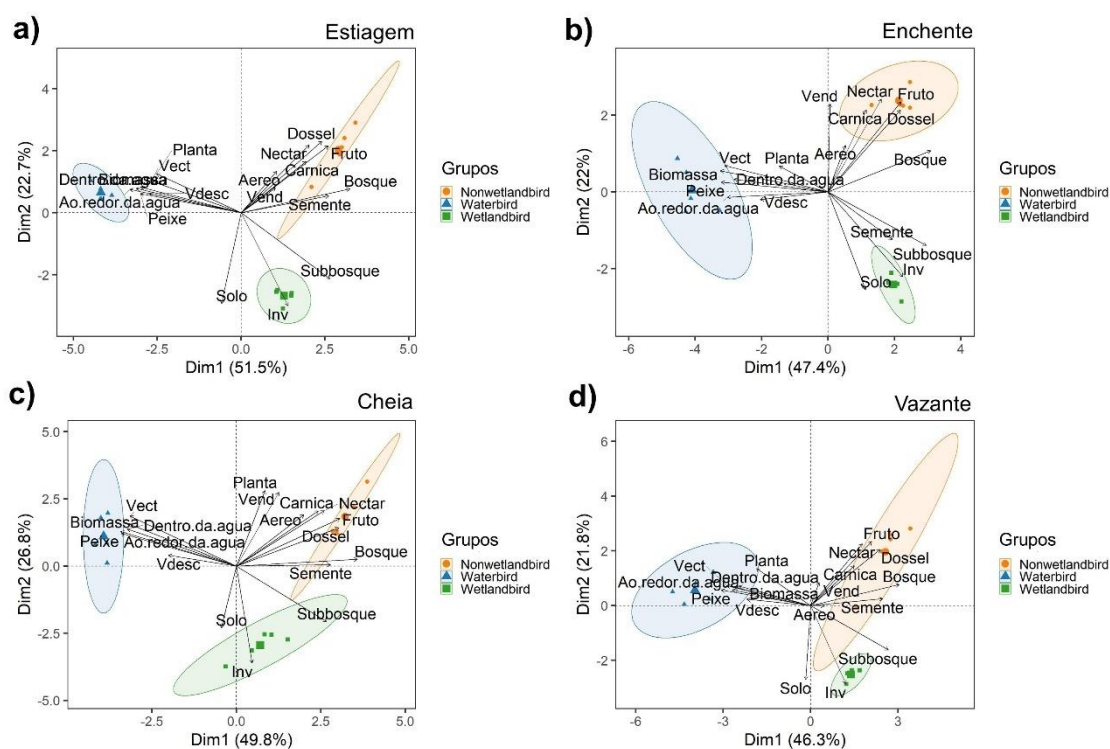


Figura 4 Diagrama de ordenação da análise de principais componentes (PCA) mostrando a variação conjunta dos valores médios de traços ponderados pela comunidade (CWM) de *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* para cada período hidrológico (a) Estiagem, b) Enchente, c) Cheia e d) Vazante) na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Vect = Vertebrado ectotérmico; Vend = Vertebrado endotérmico; Vdesc = Vertebrado desconhecido; Inv = Invertebrados.

Os diagramas de ordenação dos principais componentes gerados com os valores de CWM (Figura 4) mostraram que os traços funcionais como a dieta de peixes e vertebrados ectotérmicos, forrageamento ao redor da superfície da água e a média ponderada de biomassa foram associadas às *Waterbirds* em

todos os períodos hidrológicos. Os traços funcionais das *Wetland birds* parecem ser mais semelhantes aos traços de *Non-wetland birds* do que das *Waterbirds*. A dieta de invertebrados e o forrageamento no sub-bosque foram mais associados às *Wetland birds*, enquanto a dieta de frutas e o forrageamento no dossel estiveram mais associados às *Non-wetland birds*. Isso foi evidenciado principalmente no período de enchente, quando houve uma maior distinção entre os grupos de aves.

Discussão

Descobrimos que a dependência por áreas úmidas é um impulsionador para a resposta das aves às mudanças dos períodos hidrológicos em sistemas de rios em planície de inundação. O efeito dos períodos hidrológicos combinados aos grupos de aves com diferentes graus de dependência das áreas úmidas afetou na riqueza de espécies, abundância, riqueza funcional e dispersão funcional das aves no Pantanal. O efeito isolado dos períodos hidrológicos nas assembleias de aves afetou a riqueza de espécies, abundância, uniformidade funcional, divergência funcional e dispersão funcional. A estrutura funcional apresentou valores mais elevados e variou mais para *Waterbirds* do que para outros grupos de aves, evidenciando a importância do pulso de inundação para a manutenção de funções de espécies altamente dependentes de áreas úmidas.

Nossos resultados indicam que avaliar apenas a assembleia geral de espécies pode mascarar importantes respostas de aves dependentes de áreas úmidas, como já observado para aves dependentes de florestas (Matuoka et al. 2020). Isto porque, as aves em áreas úmidas podem ser afetadas de forma diferente por perturbações devido à sua resposta ao nível da água (Lorenzón et al. 2020), ao longo das estações (Che et al. 2019), bem como em relação ao tipo de área úmida, grau de conservação (Almeida et al. 2020; Daniel et al. 2021) e grau de conectividade dos corpos d'água (Almeida et al. 2016). Aqui, incluímos que o grau de dependência das áreas úmidas pelas aves e seus traços funcionais que consistem no tipo de alimentação, o método e o habitat de obtenção do alimento e o tamanho do corpo podem ser considerados os determinantes das respostas das espécies às mudanças naturais nas planícies de inundação. Isso destaca a importância dos fatores bióticos nos processos

ecossistêmicos que ocorrem nas planícies de inundação, independentemente do regime hidrológico (Setubal et al. 2020).

A partir da classificação adotada para os grupos de aves e dos traços funcionais utilizados em nosso estudo, encontramos um padrão em que *Non-wetland birds* apresentam maior diversidade taxonômica enquanto as aves com maior dependência das áreas úmidas (*Waterbirds* e *Wetland birds*) apresentaram maior diversidade funcional em todos os períodos hidrológicos que foram avaliados nesta planície de inundação. Ou seja, aves com maior dependência das áreas úmidas possuem maior variação nos valores das características ecológicas (e.g., riqueza funcional), evidenciando que o local oferece condições e recursos diversos para a manutenção de nichos complementares. Em contraste, um maior número de espécies de *Non-wetland birds* tem características ecológicas mais semelhantes entre si. Ressaltamos que, a abundância de recursos em ambientes com diferentes regimes hidrológicos anuais também pode possibilitar maior eficiência de exploração de recursos por espécies com características ecológicas semelhantes (Setubal et al. 2020). Essa variação nas respostas dos grupos de aves demonstra a relevância dos ecossistemas naturais de áreas úmidas para manter a diversidade de espécies e funções ecológicas.

Respostas ecológicas dos grupos de aves

Em geral, a variação dos períodos hidrológicos nesta planície de inundação não afetou na riqueza de espécies e riqueza funcional dos grupos de aves, revelando que o espaço funcional preenchido pelas assembleias de aves permanece constante ao longo do tempo. A ausência de diferença nos valores de FRic sugere que as espécies dentro de cada grupo avaliado utilizam recursos semelhantes em todos os períodos hidrológicos. Da mesma forma, de Deus et al. (2020b) constataram que a riqueza funcional das aves de sub-bosque se mantém ao longo dos ciclos hidrológicos no norte do Pantanal, e varia em função dos tipos de habitats (floresta ou savana). A variedade e abundância de recursos, portanto, são reguladas pela heterogeneidade ambiental que é possibilitada pela sazonalidade do Pantanal (Figueira et al. 2011), modificando estruturalmente os

habitats que formam essa paisagem e permitindo uma maior diversidade de espécies (Tews et al. 2004).

A abundância de indivíduos variou entre os períodos hidrológicos para os três grupos, e verificamos que as *Waterbirds* apresentaram os maiores valores de abundância durante a enchente e os menores no período de estiagem. Por outro lado, as *Non-wetland birds* predominaram durante a vazante e a estiagem, e foram menos abundantes na enchente e cheia. Nossos resultados estão de acordo com aqueles encontrados por Lorenzón et al. (2020), que também observaram maiores valores de abundância para *Non-wetland birds* durante o período de águas mais baixas. Destacamos que o período de estiagem favorece a ocorrência de aves de sub-bosque em florestas inundáveis (de Deus et al. 2020a; Thomas et al. 2020), que são mais ativas devido à atividade reprodutiva neste período (Pinho e Marini 2014), enquanto que nos períodos de inundação (enchente e cheia) as *Waterbirds* são favorecidas devido ao aumento de habitats aquáticos e maior conectividade entre os corpos d'água. *Non-wetland birds* foram mais abundantes em comparação aos outros grupos de aves em todos os períodos, mostrando que esta planície de inundação apresenta macrohabitats disponíveis para esses indivíduos compartilharem ao longo dos períodos (Frota et al. 2017; Frota et al. 2020), mas para aquelas aves que dependem de áreas úmidas é necessária a manutenção da dinâmica hídrica.

Waterbirds tendem a diferir na distribuição funcional da abundância ao longo do tempo (Almeida et al. 2019), e verificamos que a FEve deste grupo é mais regular no período de estiagem. Outros grupos permanecem com os traços mais abundantes uniformemente distribuídos ao longo do ciclo hidrológico. Também observamos que as *Waterbirds* apresentaram valores de FEve mais elevados durante o período de estiagem do que as *Wetland birds*, mostrando que as diferenças funcionais entre esses grupos são menos variáveis neste período (Villéger et al. 2008). A baixa FEve durante cheia para *Waterbirds* mostra que neste período as distâncias funcionais foram menos regulares, e indicam que algumas partes do nicho, mesmo ocupadas, são subutilizadas (Villéger et al. 2008; Almeida et al. 2016). Em relação às *Non-wetland birds*, os baixos FDiv e FDis nos períodos de estiagem e vazante revelam que há uma baixa diferenciação de nicho entre as espécies da assembleia durante o período de águas mais baixas, pois as espécies mais abundantes são ecologicamente muito

semelhantes e podem competir por recursos (Mason et al. 2005; Mouchet et al. 2010). Por outro lado, encontramos valores mais altos e mais estáveis ao longo do ciclo hidrológico para *Waterbirds* e *Wetland birds*. Isso também pode ser reflexo da reduzida disponibilidade de nichos nas planícies de inundação para *Non-wetland birds*, favorecendo espécies adaptadas a essas condições, como as aves da Família Ardeidae, que podem forragear entre as áreas úmidas conectadas aos canais dos rios.

Essas medidas funcionais não variaram para as *Wetland birds*, possivelmente porque elas têm traços funcionais menos extremos do que as *Waterbirds*. *Non-wetland birds* apresentaram maior divergência de nicho durante os períodos de enchente e cheia. Esse grupo pode se refugiar em ambientes não alagáveis, utilizar recursos em estratos mais altos da vegetação, ou mesmo se afetado por fatores comportamentais, como a migração durante a mudança de períodos. De acordo com Pinho et al. (2017), algumas aves podem realizar movimentos sazonais ou ocasionais em busca de melhores condições e maior disponibilidade de recursos ao longo do ano. A dispersão funcional das *Waterbirds* foi maior do que as *Non-wetland birds* durante a estiagem, sugerindo que existem nichos complementares neste período para as espécies (Laliberte e Legendre 2010). A comunidade de aves do sub-bosque pode permanecer funcionalmente superdispersa ao longo das estações em áreas inundadas (de Deus et al. 2020b), mas comunidades com valores mais altos de FDis suportam mais funções ecológicas devido a uma ampla gama de características (Almeida et al. 2018). Ressaltamos que o período de águas mais baixas coincide com a reprodução ou invernada de muitas espécies de *Waterbirds*, como *Rynchops niger*, e após as primeiras chuvas, eventos de inundação contribuem para conectar habitats e promover habitats de forrageamento para espécies dependentes dessas áreas úmidas, demonstrando a importância da manutenção do ciclo hidrológico do Pantanal para a dinâmica das espécies e funções.

Traços funcionais das aves em áreas úmidas

Os traços funcionais associados às *Waterbirds* foram os mais representativos em todos os períodos hidrológicos, contrariando nossa hipótese inicial. A composição de traços funcionais das *Wetland birds* e *Non-wetland birds*

mostrou que esses grupos compartilham alguns recursos, como invertebrados durante o período de vazante. Embora a composição das aves geralmente altere dependendo dos habitats disponíveis e do período hidrológico (Frota et al. 2020; Thomas et al. 2020), nossos achados corroboram que a composição de traços funcionais da assembleia é mantida ao longo dos períodos (de Deus et al. 2020b) mostrando uma tendência à estabilidade das funções ecológicas no Pantanal. Destacamos a importância do pulso de inundação para a manutenção do papel funcional dessas aves, aqui demonstrado pela composição funcional baseada em traços dominantes das assembleias de aves. Avaliamos um sistema fluvial que abriga principalmente espécies não-Passeriformes, que podem contribuir diretamente para uma maior variedade de traços funcionais devido à distância evolutiva desses organismos, que podem ou não compartilhar características ecológicas.

Waterbirds apresentaram nicho ecológico distinto em relação às *Wetland birds* e *Non-wetland birds* nos quatro períodos hidrológicos avaliados. Os traços mais associados às *Waterbirds* foram itens alimentares obtidos no ambiente aquático (por exemplo, peixes e anfíbios) e forrageamento ao redor ou abaixo da superfície da água, o que era esperado, considerando suas adaptações aos habitats aquáticos ou áreas de transição aquático-terrestre. Além disso, destacamos que esses traços foram predominantes mesmo nos períodos de vazante e estiagem, possivelmente devido à predominância de habitats aquáticos permanentes, como baías e brejos, neste sistema de rio em planície de inundação (Wantzen et al. 2005; Frota et al. 2017).

Waterbirds (por exemplo, Ciconiiformes, Pelecaniformes) são organismos com elevada mobilidade e biomassa, e requerem uma grande quantidade de energia, que pode ser fornecida através do consumo de peixe. A relação entre as *Waterbirds* e a ictiofauna no Pantanal parece ser pouco estudada (Keppeler et al. 2016), embora sejam importantes reguladores desses táxons em ecossistemas de água doce, principalmente nos períodos de enchente e cheia em que detectamos a maior abundância de *Waterbirds*, corroborando o estudo de Kantek et al. (2020). Esses períodos coincidem com o processo de “dequada” na região, que ocorre devido a alterações limnológicas, como o esgotamento do oxigênio dissolvido no sistema aquático, e causa maior vulnerabilidade e mortalidade de peixes (Oliveira et al. 2013) e, conseqüentemente, possibilita um

alto suprimento alimentar para aves piscívoras ou que ocasionalmente se alimentam de peixes.

Waterbirds também mostraram uma dominância de material vegetal em sua dieta. Destacamos aqui que, algumas espécies de aves aquáticas podem ser importantes vetores de endozoocoria (Wilkinson et al. 2017; Lovas-Kiss et al. 2020) não apenas de forma secundária, mas de forma primária (Van Leeuwen et al. 2017). Este grupo pode dispersar sementes viáveis ou propágulos de plantas à longas distâncias (Kleyheeg et al. 2019). A dispersão por aves aquáticas pode depender da espécie e da estação do ano, sendo de fundamental importância para que plantas aquáticas, anfíbias e terrestres se conectem áreas úmidas em diferentes escalas (Silva et al. 2020).

Em planícies de inundação, florestas e campos inundáveis são essenciais para garantir recursos vegetais como frutos, sementes e flores para espécies associadas a esses elementos em sua dieta, como observado para *Wetland birds* e *Non-wetland birds*. A manutenção de recursos para esses grupos de aves muitas vezes gera uma relação de interdependência, por meio de interações mutualísticas. Tais interações podem destacar o papel desempenhado por essas aves nos processos de dispersão e polinização de sementes, possibilitando o recrutamento de espécies vegetais e a colonização de novas áreas (García 2016). Isso é especialmente importante para árvores mais tolerantes a inundações e que se adaptam a ambientes com maior deposição de sedimentos durante o ciclo hidrológico. Dentre essas árvores, podemos citar *Erythrina fusca* Lour. (Fabaceae) e *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae) (Olivo-Neto et al. 2020) que são comumente observadas na área do presente estudo.

As aves insetívoras são altamente diversificadas em ecossistemas tropicais e possuem importantes mecanismos de coexistência (Sherry et al. 2020). Em nossos resultados, encontramos predominância da dieta de invertebrados, que esteve associada principalmente a *Wetland birds* e *Non-wetland birds* em todos os períodos hidrológicos. As aves que se alimentam de invertebrados desempenham um papel importante no controle das populações de insetos, reduzindo os danos às plantas; e, portanto, a perda desse grupo funcional pode levar a consequências negativas nas cascatas tróficas (Sekercioglu et al. 2004).

Em geral, os grupos de aves ocuparam nichos distintos e consumiram diferentes recursos, independentemente do período hidrológico. Observamos que *Wetland birds* e *Non-wetland birds* compartilham alguns traços funcionais, como dieta de invertebrados no período de vazante. Durante a enchente e cheia, as *Non-wetland birds* ficaram mais restritas aos estratos mais altos da vegetação. O forrageamento no solo apresentou forte relação negativa nos períodos avaliados, mostrando que apesar da elevação nível da água na área, as aves mais adaptadas às áreas úmidas utilizam esse estrato. Durante a vazante e estiagem, o forrageamento em níveis médios a altos de vegetação também foi associado às *Non-wetland birds*, favorecendo a exploração de uma maior variedade de recursos em ambientes mais estruturados, como as florestas. De acordo com de Deus et al. (2020b), as áreas florestais, ao contrário das savanas, podem ter um maior número de nichos potenciais e permitir uma maior coocorrência de espécies. Ressaltamos que as mudanças sazonais também influenciam o comportamento das espécies, como reprodução ou territorialidade, que não estão representadas neste tipo de análise, mas se consideradas poderiam elucidar esses padrões.

Conclusão e implicações para a conservação

Em nosso estudo, acessamos a diversidade e a estrutura funcional das aves considerando os períodos hidrológicos do pulso de inundação e o grau de dependência de áreas úmidas pelos grupos de aves. Descobrimos que a resposta ecológica dessa assembleia de aves aos diferentes períodos hidrológicos depende do grau de dependência da espécie às áreas úmidas, variando na sua estrutura e composição de traços funcionais. Ressaltamos que a baixa amplitude e longa duração do pulso de inundação (Junk e Da Silva 1996), as características fluvio-lacustres deste sistema aquático (Wantzen et al. 2005), e os traços funcionais escolhidos para representar o uso de recursos pelas aves (Wilman et al. 2014) foram fatores-chave para a interpretação da resposta ecológica das aves. Nossos resultados refletem parte de todo um sistema de rios em planícies de inundação, por isso, recomendamos estudos em maior escala para entender melhor esses processos no Pantanal.

Recomendamos considerar medidas funcionais em estudos ecológicos na região e em avaliações de impacto ambiental em áreas úmidas, uma vez que medir apenas a riqueza de espécies, pode não refletir as características inerentes a este ecossistema. Dessa forma, também é possível avaliar de forma mais eficaz as particularidades das planícies de inundação, pois os grupos de aves com alto grau de dependência de áreas úmidas apresentaram maior diversidade funcional ao longo dos períodos hidrológicos. Os resultados aqui apresentados fornecem subsídios para estimular a tomada de decisões de políticas ambientais na planície de inundação do rio Paraguai e outros ecossistemas de áreas úmidas sobre a importância do regime de pulso de inundação para espécies altamente dependentes desses ambientes, e que desempenham muitos serviços ecológicos.

Os últimos anos têm sido de seca extrema no Pantanal, com os níveis dos rios atingindo valores extremamente baixos devido às mudanças climáticas associadas às atividades humanas (Lázaro et al. 2020; Marengo et al. 2021; Pivello et al. 2021). Por isso, a conservação de áreas úmidas implica diretamente na manutenção de diferentes nichos ao longo dos períodos hidrológicos, seja para espécies dependentes ou associadas às áreas úmidas. A perda de importantes grupos funcionais, como *Waterbirds* e *Wetland birds*, pode resultar em comunidades ecológicas bastante modificadas em relação à estrutura e função (Norris et al. 2020). Além disso, o planejamento integrado dos ecossistemas de áreas úmidas pode garantir benefícios para a biodiversidade aquática sem perdas na biodiversidade terrestre (Leal et al. 2020).

Referências

- Accordi IA (2010) Pesquisa e conservação de aves em áreas úmidas. In: Von Matter S, Straube FC, Accordi IA, Piacentini V de Q, Cândido-Jr. JF (eds) *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e conservação.*, 1st edn. Technical Books, Rio de Janeiro, pp 189–216
- Albert JS, Destouni G, Duke-Sylvester SM, Magurran AE, Oberdorff T, Reis RE, Winemiller KO, Ripple WJ (2020) Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01318-8>
- Almeida B de A, Gimenes MR, dos Anjos L (2016) Wading bird functional diversity in a floodplain: Influence of habitat type and hydrological cycle. *Austral Ecol* 42:84–93 . <https://doi.org/10.1111/aec.12403>
- Almeida B de A, Green AJ, Sebastián-González E, dos Anjos L (2018) Comparing species richness, functional diversity and functional composition of waterbird communities along environmental gradients in the neotropics. *PLoS One* 13:1–18 . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200959>
- Almeida B de A, Sebastián-González E, Anjos L dos, Green AJ, Botella F (2019) A functional perspective for breeding and wintering waterbird communities: temporal trends in species and trait diversity. *Oikos* 1–13 . <https://doi.org/10.1111/oik.05903>
- Almeida B de A, Sebastián-González E, dos Anjos L, Green AJ (2020) Comparing the diversity and composition of waterbird functional traits between natural , restored , and artificial wetlands. *Freshw Biol* 1–15 . <https://doi.org/10.1111/fwb.13618>
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift* 22:711–728 . <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Billerman SM, Keeney BK, Rodewald PG, Schulenberg TS (Editors) (2020). *Birds of the World*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- Bolker B and R Development Core Team (2020). *bbmle: Tools for General Maximum Likelihood Estimation*. R package version 1.0.23.1. <https://CRAN.R-project.org/package=bbmle>
- Brasil (2017) Plano de Manejo da Estação Ecológica de Taiamã. ICMBio/MMA, Brasília, DF
- Che X, Chen D, Zhang M, Quan Q, Møller AP, Zou F (2019) Seasonal dynamics of waterbird assembly mechanisms revealed by patterns in phylogenetic and functional diversity in a subtropical wetland. *Biotropica* 51:421–431 . <https://doi.org/10.1111/btp.12648>
- Davidson NC (2016) Wetland Losses and the Status of Wetland-Dependent Species. In: Finlayson C., Milton G., Prentice R. DN (ed) *The Wetland Book*. Springer, Dordrecht, pp 1–14
- Daniel J, Polan H, Rooney RC (2021) Determinants of Wetland- Bird Community Composition in Agricultural Marshes of the Northern Prairie and Parkland Region. *Wetlands* 41. <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01409-6>
- de Deus FF, Schuchmann K-L, Arieira J, de Oliveira Tissiani AS, Marques MI

- (2020a) Avian Beta Diversity in a Neotropical Wetland: the Effects of Flooding and Vegetation Structure. *Wetlands*.
<https://doi.org/10.1007/s13157-019-01240-0>
- de Deus FF, Schuchmann K-L, Marques MI (2020b) Seasonality in the Brazilian Pantanal influences avian functional diversity. *Stud Neotrop Fauna Environ* 1–11
- Duarte LDS, Debastiani VJ, Carlucci MB, Diniz-Filho JAF (2018) Analyzing community-weighted trait means across environmental gradients: should phylogeny stay or should it go? *Ecology* 99:385–398 .
<https://doi.org/10.1002/ecy.2081>
- Figueira JEC, Mourão FA, Coelho AS (2011) Habitat heterogeneity and climatic seasonality structure the avifauna trophic guilds in the Brazilian Pantanal wetland. *Can J Zool* 89:1206–1213 . <https://doi.org/10.1139/z11-099>
- Frota AVB da, Ikeda-castrillon SK, Kantek DLZ, Da Silva CJ (2017) Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiamã, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Cienc Nat* 12:239–254
- Frota AVB da, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JR da S (2020) Bird community structure in macrohabitats of the aquatic-terrestrial transition zone in the Pantanal wetland, Brazil. *Oecologia Aust* 24:615–634
- García D (2016) Birds in ecological networks: Insights from bird-plant mutualistic interactions. *Ardeola* 63:5–34 .
<https://doi.org/10.13157/arla.63.1.2016.rp7>
- Garnier E, Cortez J, Billès G, Navas ML, Roumet C, Debussche M, Laurent G, Blanchard A, Aubry D, Bellmann A, Neill C, Toussaint JP (2004) Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology* 85:2630–2637 . <https://doi.org/10.1890/03-0799>
- Green AJ, Elmberg J (2013) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biol Rev*. <https://doi.org/10.1111/brv.12045>
- Guerra A, Roque F de O, Garcia LC, Ochoa-Quintero JMO, Oliveira PTS de, Guariento RD, Rosa IMD (2020) Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surrounding ecosystems. *Land use policy* 91: .
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104388>
- Gupta G, Khan J, Upadhyay AK, Singh NK (2020) Wetland as a Sustainable Reservoir of Ecosystem Services: Prospects of Threat and Conservation. *Restor Wetl Ecosyst A Trajectory Towar a Sustain Environ* 31–43 .
https://doi.org/10.1007/978-981-13-7665-8_3
- Jahn AE, Cueto VR, Fontana CS, Guaraldo AC, Levey DJ, Marra PP, Ryder TB (2020) Bird migration within the Neotropics. *Auk* 137:1–23 .
<https://doi.org/10.1093/auk/ukaa033>
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 106:110–127 .
<https://doi.org/citeulike-article-id:3662134>
- Junk WJ, Da Cunha CN, Wantzen KM, Petermann P, Strüssmann C, Marques MI, Adis J (2006) Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquat Sci* 68:278–309 . <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>
- Junk WJ, Da Silva CJ (1996) O conceito do Pulso de Inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. *Anais do Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal: Manejo e*

Conservação 2: 17-28.

- Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schöngart J, Schaeffer-Novelli Y, Agostinho AA (2014) Brazilian wetlands: Their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst* 24:5–22 .
<https://doi.org/10.1002/aqc.2386>
- Kantek DLZ, Melo RC De, Miyazaki SS, Castilheiro WFF, Santos-Filho M dos (2020) Aquatic Birds at the Taiaçu Ecological Station : Seasonal Variation of Community Structure and the Importance of Protected Areas in the Pantanal The Pantanal biome , which is the largest. *Biodiversidade Bras* 10:24–40 . <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v10i3.1513>
- Keppeler FW, Cruz DA, Dalponti G, Mormul RP (2016) The role of deterministic factors and stochasticity on the trophic interactions between birds and fish in temporary floodplain ponds. *Hydrobiologia* 773:225–240 .
<https://doi.org/10.1007/s10750-016-2705-y>
- Kleyheeg E, Fiedler W, Safi K, Waldenström J, Wikelski M, van Toor ML (2019) A comprehensive model for the quantitative estimation of seed dispersal by migratory mallards. *Front Ecol Evol* 7:1–14 .
<https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00040>
- Laliberte E, Legendre P (2010) A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91:299–305 .
<https://doi.org/10.1890/08-2244.1>
- Laliberté E, Legendre P, Shipley B (2015) FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R Packag Version 1.0-12
- Lavorel S, Grigulis K, McIntyre S, Williams NSG, Garden D, Dorrough J, Berman S, Quétier F, Thébaud A, Bonis A (2008) Assessing functional diversity in the field - Methodology matters! *Funct Ecol* 22:134–147 .
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01339.x>
- Lázaro WL, Oliveira-Júnior ES, da Silva CJ, Castrillon SKI, Muniz CC (2020) Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: An overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnol Bras* 32:1–8 .
<https://doi.org/10.1590/s2179-975x7619>
- Le S, Josse J, Husson F (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *J Stat Softw* 25(1): 1-18. [10.18637/jss.v025.i01](https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01)
- Leal CG, Lennox GD, Ferraz SFB, Ferreira J, Gardner TA, Thomson JR, Berenguer E, Lees AC, Hughes RM, MacNally R, Aragão LEOC, Brito JG de, Castello L, Garrett RD, Hamada N, Juen L, Leitão RP, Louzada J, Morello TF, Moura NG, Nessimian JL, Oliveira-Junior JMB, Oliveira VHF, Oliveira VC de, Parry L, Pompeu PS, Solar RRC, Zuanon J, Barlow J (2020) Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. *Science* (80-) 121:117–121
- Lenth R V. (2016) Least-squares means: The R package lsmeans. *J Stat Softw* 69:1-33 . <https://doi.org/10.18637/jss.v069.i01>
- Libonati R, Dacamara CC, Peres L, Carvalho LAS de, Garcia LC (2020) Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature* 588:217–219 .
<https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>
- Lorenzón RE, Ronchi-Virgolini AL, Blake JG (2020) Wetland dependency drives temporal turnover of bird species between high- and low-water years in

- floodplain wetlands of the Paraná River. *Ecohydrology* 13:1–13 .
<https://doi.org/10.1002/eco.2179>
- Lovas-Kiss Á, Vincze O, Kleyheeg E, Sramkó G, Laczkó L, Fekete R, Molnár V. A, Green AJ (2020) Seed mass, hardness, and phylogeny explain the potential for endozoochory by granivorous waterbirds. *Ecol Evol* 10:1413–1424 . <https://doi.org/10.1002/ece3.5997>
- Luck GW, Carter A, Smallbone L (2013) Changes in Bird Functional Diversity across Multiple Land Uses: Interpretations of Functional Redundancy Depend on Functional Group Identity. *PLoS One* 8: .
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063671>
- Luck GW, Lavorel S, McIntyre S, Lumb K (2012) Improving the application of vertebrate trait-based frameworks to the study of ecosystem services. *J Anim Ecol* 81:1065–1076 . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01974.x>
- Marengo JA, Cunha AP, Cuartas LA, Leal KRD, Broedel E, Seluchi ME, Michelin CM, Flávia C, Baião DP, Ângulo EC, Almeida EK (2021) Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019 – 2020 : Characterization , Causes , and Impacts. *Front Water* 3: .
<https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>
- Mason NWH, Mouillot D, Lee WG, Wilson JB (2005) Functional richness, functional evenness and functional divergence: The primary components of functional diversity. *Oikos* 111:112–118 . <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>
- Matuoka MA, Benchimol M, Morante-Filho JC (2020) Tropical forest loss drives divergent patterns in functional diversity of forest and non-forest birds. *Biotropica* 00:1–11 . <https://doi.org/10.1111/btp.12795>
- Mega ER (2020) ‘Apocalyptic’ fires tropical wetland. *Nature* 586:20–21
- Mitsch WJ, Bernal B, Hernandez ME (2015) Ecosystem services of wetlands. *Int J Biodivers Sci Ecosyst Serv Manag* 11:1–4 .
<https://doi.org/10.1080/21513732.2015.1006250>
- Mouchet MA, Villéger S, Mason NWH, Mouillot D (2010) Functional diversity measures: An overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Funct Ecol* 24:867–876 .
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01695.x>
- Mouillot D, Graham NAJ, Villéger S, Mason NWH, Bellwood DR (2013) A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends Ecol Evol* 28:167–177 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.004>
- Norris K, Terry A, Hansford JP, Turvey ST (2020) Biodiversity Conservation and the Earth System : Mind the Gap. *Trends Ecol Evol* xx:1–8 .
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.06.010>
- Oliveira MD de, Calheiros DF, Padovani CR (2013) Mapeamento e descrição das áreas de ocorrência dos eventos de decoada no Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá
- Olivo-Neto AM, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Lazaro WL, Damasceno-junior GA, Gris D, Pereira TDC, Sander NL (2020) Spatial distribution of single specie dominant forests of *Erythrina fusca* Lour. at the Taiaimã Ecological Station, Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Trop Ecol*.
<https://doi.org/10.1007/s42965-020-00081-x>
- Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Maurício GN, Naka LN, Olmos F, Posso SR, Lees AC,

- Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F, Piacentini VQ (2021) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithol Res* 29:94–105 . <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Petchey OL, Gaston KJ (2006) Functional diversity: Back to basics and looking forward. *Ecol Lett* 9:741–758 . <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- Pinho JB, Aragona M, Hakamada KYP, Marini MA (2017) Migration patterns and seasonal forest use by birds in the Brazilian Pantanal. *Bird Conserv Int* 27:371–387 . <https://doi.org/10.1017/s0959270916000290>
- Pinho JB, Marini MÂ (2014) Birds' nesting parameters in four forest types in the Pantanal wetland. *Brazilian J Biol* 74:890–898 . <https://doi.org/10.1590/1519-6984.08713>
- Pivello VR, Vieira I, Christianini A V., Ribeiro DB, da Silva Menezes L, Berlinck CN, Melo FPL, Marengo JA, Tornquist CG, Tomas WM, Overbeck GE (2021) Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspect Ecol Conserv* 19:233–255 . <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.005>
- R Development Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org/>.
- Sekercioglu CH, Daily GC, Ehrlich PR (2004) Ecosystem consequences of bird declines. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101:18042–18047 . <https://doi.org/10.1073/pnas.0408049101>
- Setubal RB, Petry AC, Bonecker CC, Martins T, Nova CC, Figueiredo-Barros MP, Bozelli RL (2020) Biotic factors determine ecosystem processes in environments with different hydrological regimes. *Freshw Biol* 65:1376–1391 . <https://doi.org/10.1111/fwb.13506>
- Sherry TW, Kent CM, Sánchez N V, Şekercioğlu ÇH (2020) Insectivorous birds in the Neotropics : Ecological radiations , specialization , and coexistence in species-rich communities Insectivorous birds in the Neotropics Insectivorous birds in the Neotropics : Ecological radiations , specialization , and coexist. *Auk Ornithol Adv* 137:1–27 . <https://doi.org/10.1093/auk/ukaa049>
- Silva GG, Green AJ, Hoffman P, Weber V, Stenert C, Leonardo ÁL (2020) Seed dispersal by neotropical waterfowl depends on bird species and seasonality. *Freshw Biol* 1–11 . <https://doi.org/10.1111/fwb.13615>
- Somenzari M, Amaral PP do, Cueto VR, Guaraldo ADC, Jahn AE, Lima DM, Lima PC, Lugarini C, Machado CG, Martinez J, Nascimento JLX do, Pacheco JF, Paludo D, Prestes NP, Serafini PP, Silveira LF, Sousa AEBA de, Sousa NA de, Souza MA de, Telino-Júnior WR, Whitney BM (2018) An overview of migratory birds in Brazil. *Pap Avulsos Zool* 58:1–66 . <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.03>
- Souza Jr. CM, Shimbo JZ, Rosa MR, Parente LL, Alencar AA, Rudorff BFT, Hasenack H, Matsumoto M, Ferreira LG, Souza-Filho PWM, de Oliveira SW, Rocha WF, Fonseca A V., Marques CB, Diniz CG, Costa D, Monteiro D, Rosa ER, Vélez-Martin E, Weber EJ, Lenti FEB, Paternost FF, Pareyn FGC, Siqueira J V., Viera JL, Neto LCF, Saraiva MM, Sales MH, Salgado MPG, Vasconcelos R, Galano S, Mesquita V V., Azevedo T (2020) Reconstructing three decades of land use and land cover changes in

- brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sens* 12: .
<https://doi.org/10.3390/RS12172735>
- Stotz DF, Fitzpatrick JW, Parker III T, Moskovits DK (1996) *Neotropical birds: Ecology and conservation*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- Thomas KPCS, Bueno E da R, Teixido AL, Pinho JB De (2020) Seasonality determines bird abundance , richness , and diversity among contrasting forest environments in the Northern Pantanal. *Ornithol Res*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43388-020-00006-1>
- Tilman D (2001) Functional Diversity. *Encycl Biodivers* 3:109–120 .
<https://doi.org/10.1016/b0-12-226865-2/00132-2>
- Tockner K, Stanford JA (2002) Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environ Conserv* 29:308–330 .
<https://doi.org/10.1017/S037689290200022X>
- Van Leeuwen CHA, Lovas-Kiss Á, Ovegård M, Green AJ (2017) Great cormorants reveal overlooked secondary dispersal of plants and invertebrates by piscivorous waterbirds. *Biol Lett* 13:10–14 .
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2017.0406>
- Vieira BP (2017) Conceitos utilizados no Brasil para aves aquáticas. *Atualidades Ornitológicas* 196:41–48
- Villéger S, Mason NWH, Mouillot D (2008) New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89:2290–2301 . <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>
- Wantzen KM, Drago E, Da Silva CJ (2005) Aquatic habitats of the Upper Paraguay river-floodplain-system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecohydrol Hydrobiol* 5:107–126 .
https://doi.org/10.1364/CLEO_SI.2011.CTuM6
- Wetlands International (2012) *Waterbird Population Estimates*, 5th edn. Wageningen, The Netherlands
- Whelan CJ, Wenny DG, Marquis RJ (2008) Ecosystem Services Provided by Birds. *Ann N Y Acad Sci* 1134:25–60 . <https://doi.org/doi:10.1196/annals.1439.003>
- Whittaker RJ, Willis KJ, Field R (2001) Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *J Biogeogr* 28:453–470 .
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x>
- Wickham H (2016) *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Wilkinson DM, Lovas-Kiss A, Callaghan DA, Green AJ (2017) Endozoochory of Large Bryophyte Fragments by Waterbirds. *Cryptogam Bryol* 38:223–228 .
<https://doi.org/10.7872/cryb/v38.iss2.2017.223>
- Wilman H, Belmaker J, Simpson J, de La Rosa C, Rivadeneira MM, Jetz W (2014) EltonTraits 1 . 0 : Species-level foraging attributes of the world ' s birds and mammals. *Ecology* 95:2027

Material suplementar

Tabela S1 Aves registradas em diferentes períodos do ciclo hidrológico de 2016-2017 na planície de inundação do Rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Legenda: Parcialmente Migratório (MPR), Migratório (MGT), Não Definido (ND) de acordo com Somenzari et al. (2018). A Taxonomia das aves segue Pacheco et al. (2021). O agrupamento das aves de acordo com a sua dependência das áreas úmidas foi baseado em Accordi (2010), Wetlands International (2012) e Billerman et al. (2022).

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
Anseriformes Linnaeus, 1758							
Anhimidae Stejneger, 1885							
<i>Chauna torquata</i> (Oken, 1816)	tachã		x	x	x	x	Waterbird
Anatidae Leach, 1820							
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê		x			x	Waterbird
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-cabocla		x			x	Waterbird
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato			x	x	x	Waterbird
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	marreca-ananaí					x	Waterbird
Galliformes Linnaeus, 1758							
Cracidae Rafinesque, 1815							
<i>Ortalis canicollis</i> (Wagler, 1830)	aracuã-do-pantanal		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Pipile cumanensis</i> (Jacquin, 1784)			x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Pipile cufubi</i> (Pelzeln, 1858)			x	x			Non-Wetland bird
<i>Crax fasciolata</i> Spix, 1825	mutum-de-penacho		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Caprimulgiformes Ridgway, 1881							
Caprimulgidae Vigors, 1825							
<i>Nyctiprogne leucopyga</i> (Spix, 1825)	bacurau-de-cauda-barrada		x	x			Wetland bird
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau			x	x		Non-Wetland bird
Apodiformes Peters, 1940							
Apodidae Olphe-Galliard, 1887							
<i>Streptoprocne zonaris</i> (Shaw, 1796)	taperuçu-de-coleira-branca		x				Non-Wetland bird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
Trochilidae Vigors, 1825							
<i>Phaethornis subochraceus</i> Todd, 1915	rabó-branco-de-barriga-fulva		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Polytmus guainumbi</i> (Pallas, 1764)	beija-flor-de-bico-curvo				x		Non-Wetland bird
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura-verde		x	x		x	Non-Wetland bird
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	beija-flor-dourado		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Cuculiformes Wagler, 1830							
Cuculidae Leach, 1820							
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco			x	x		Non-Wetland bird
<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	anu-coroca		x	x	x		Wetland bird
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Coccyzua minuta</i> (Vieillot, 1817)	chincoã-pequeno			x	x	x	Wetland bird
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato		x	x		x	Non-Wetland bird
Columbiformes Latham, 1790							
Columbidae Leach, 1820							
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	pomba-asa-branca		x			x	Non-Wetland bird
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	pararu-azul				x		Non-Wetland bird
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	jurití-pupu		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Gruiformes Bonaparte, 1854							
Heliornithidae Gray, 1840							
<i>Heliornis fulica</i> (Boddaert, 1783)	picaparra		x			x	Waterbird
Rallidae Rafinesque, 1815							
<i>Mustelirallus albicollis</i> (Vieillot, 1819)	sanã-carijó				x	x	Waterbird
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes		x	x			Waterbird
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	MPR			x		Waterbird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
<i>Porphyrio flavirostris</i> (Gmelin, 1789)	frango-d'água-pequeno	ND		x	x		Waterbird
Aramidae Bonaparte, 1852							
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão		x	x	x	x	Waterbird
Charadriiformes Huxley, 1867							
Recurvirostridae Bonaparte, 1831							
<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	pernilongo-de-costas-brancas					x	Waterbird
Charadriidae Leach, 1820							
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero					x	Non-Wetland bird
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854							
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã		x	x	x	x	Waterbird
Laridae Rafinesque, 1815							
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	talha-mar	MPR	x	x		x	Waterbird
<i>Sternula supercilialis</i> (Vieillot, 1819)	trinta-réis-pequeno		x	x	x	x	Waterbird
<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	trinta-réis-negro	MGT			x		Waterbird
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-grande		x	x	x	x	Waterbird
Ciconiiformes Bonaparte, 1854							
Ciconiidae Sundevall, 1836							
<i>Mycteria americana</i> Linnaeus, 1758	cabeça-seca				x		Waterbird
<i>Ciconia maguari</i> (Gmelin, 1789)	maguari					x	Waterbird
<i>Jabiru mycteria</i> (Lichtenstein, 1819)	tuiuiú		x	x	x	x	Waterbird
Suliformes Sharpe, 1891							
Anhingidae Reichenbach, 1849							
<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766)	biguatinga		x	x	x	x	Waterbird
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849							
<i>Nannopterum brasilianum</i> (Gmelin, 1789)	biguá		x	x	x	x	Waterbird
Pelecaniformes Sharpe, 1891							

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
Threskiornithidae Poche, 1904							
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	coró-coró	MPR			x	x	Waterbird
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	tapicuru		x			x	Waterbird
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	colhereiro					x	Waterbird
Ardeidae Leach, 1820							
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi		x	x	x	x	Waterbird
<i>Cochlearius cochlearius</i> (Linnaeus, 1766)	arapapá		x	x		x	Waterbird
<i>Ixobrychus exilis</i> (Gmelin, 1789)	socoí-vermelho		x	x	x	x	Waterbird
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	socó-dorminhoco		x			x	Waterbird
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho		x	x	x	x	Waterbird
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira		x		x	x	Non-Wetland bird
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	garça-moura		x	x	x	x	Waterbird
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca-grande		x	x	x	x	Waterbird
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena		x		x	x	Waterbird
Cathartiformes Seebohm, 1890							
Cathartidae Lafresnaye, 1839							
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-preto		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Accipitriformes Bonaparte, 1831							
Pandionidae Bonaparte, 1854							
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	águia-pescadora	MGT	x	x	x		Wetland bird
Accipitridae Vigors, 1824							
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-gato		x				Non-Wetland bird
<i>Busarellus nigricollis</i> (Latham, 1790)	gavião-belo		x	x	x	x	Wetland bird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro	MPR	x	x	x	x	Wetland bird
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	gavião-pernilongo				x		Non-Wetland bird
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo		x	x			Non-Wetland bird
<i>Urubitinga urubitinga</i> (Gmelin, 1788)	gavião-preto		x	x	x	x	Wetland bird
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó		x		x	x	Non-Wetland bird
Strigiformes Wagler, 1830							
Strigidae Leach, 1820							
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	caburé		x		x	x	Non-Wetland bird
Trogoniformes A. O. U., 1886							
Trogonidae Lesson, 1828							
<i>Trogon curucui</i> Linnaeus, 1766	surucuá-de-barriga-vermelha		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Coraciiformes Forbes, 1844							
Alcedinidae Rafinesque, 1815							
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde		x	x	x	x	Waterbird
<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas, 1764)	martim-pescador-miúdo		x	x	x		Waterbird
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno		x	x	x	x	Waterbird
<i>Chloroceryle inda</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-da-mata			x			Waterbird
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande		x	x	x	x	Waterbird
Galbuliformes Fürbringer, 1888							
Galbulidae Vigors, 1825							
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba-de-cauda-ruiva		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Bucconidae Horsfield, 1821							
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	chora-chuva-preto		x	x	x	x	Non-Wetland bird
Piciformes Meyer & Wolf, 1810							
Ramphastidae Vigors, 1825							

	Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
	Furnariidae Gray, 1840							
	<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde			x			Non-Wetland bird
	<i>Xiphorhynchus guttatoides</i> (Lafresnaye, 1850)	arapaçu-de-lafresnaye			x			Non-Wetland bird
	<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	arapaçu-de-bico-branco		x	x		x	Non-Wetland bird
1820)	<i>Campylorhamphus trochilrostris</i> (Lichtenstein,	arapaçu-beija-flor		x	x	x	x	Non-Wetland bird
	<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	casaca-de-couro-amarelo		x	x	x	x	Wetland bird
	<i>Phacellodomus ruber</i> (Vieillot, 1817)	graveteiro			x			Wetland bird
	<i>Cranioleuca vulpina</i> (Pelzeln, 1856)	arredio-do-rio				x	x	Wetland bird
1838)	<i>Pseudoseisura unirufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye,	casaca-de-couro-de-crista-cinza		x		x	x	Non-Wetland bird
	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié		x	x	x	x	Wetland bird
	<i>Synallaxis albilora</i> Pelzeln, 1856	joão-do-pantanal		x	x	x	x	Wetland bird
	<i>Synallaxis hypospodia</i> Sclater, 1874	joão-grilo				x	x	Wetland bird
	Thamnophilidae Swainson, 1824							
	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada			x	x	x	Non-Wetland bird
	<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi		x	x	x	x	Non-Wetland bird
	<i>Cercomacra melanaria</i> (Ménétries, 1835)	chororó-do-pantanal		x	x	x	x	Wetland bird
	<i>Hypocnemoides maculicauda</i> (Pelzeln, 1868)	solta-asa		x		x	x	Wetland bird
	Tyrannidae Vigors, 1825							
	<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande	MPR			x		Non-Wetland bird
	<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha				x		Non-Wetland bird
	<i>Inezia inornata</i> (Salvadori, 1897)	alegrinho-do-chaco	MGT				x	Non-Wetland bird
	<i>Poecilatriccus latirostris</i> (Pelzeln, 1868)	ferreirinho-de-cara-parda		x	x	x	x	Non-Wetland bird
	<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio		x	x	x	x	Non-Wetland bird
	<i>Tolmomyias sulphureus</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta				x	x	Non-Wetland bird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu				x		Non-Wetland bird
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	príncipe	MPR				x	Non-Wetland bird
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno		x		x	x	Non-Wetland bird
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	lavadeira-de-cara-branca	MPR	x	x	x	x	Wetland bird
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha			x	x		Wetland bird
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	bentevizinho-de-asa-ferrugínea		x	x	x	x	Wetland bird
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	MPR	x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	bentevizinho-do-brejo		x	x	x	x	Wetland bird
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei		x	x	x		Non-Wetland bird
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	MPR	x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Casiornis rufus</i> (Vieillot, 1816)	maria-ferrugem					x	Non-Wetland bird
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira				x	x	Non-Wetland bird
Vireonidae Swainson, 1837							
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Hylophilus pectoralis</i> Sclater, 1866	vite-vite-de-cabeça-cinza			x	x	x	Non-Wetland bird
Hirundinidae Rafinesque, 1815							
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio		x		x	x	Wetland bird
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	MPR	x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	andorinha-do-campo	MPR		x	x		Non-Wetland bird
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	MPR				x	Non-Wetland bird
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	andorinha-de-bando	MGT	x	x			Non-Wetland bird
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-dorso-acanelado	MPR	x	x	x		Non-Wetland bird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
Donacobiidae Aleixo & Pacheco, 2006							
<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus, 1766)	japacanim		x	x	x	x	Wetland bird
Troglodytidae Swainson, 1831							
<i>Campylorhynchus turdinus</i> (Wied, 1831)	catatau		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)	garrinchão-pai-avô		x		x	x	Non-Wetland bird
Poliopitidae Baird, 1858							
<i>Poliopitila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara		x				Non-Wetland bird
Turdidae Rafinesque, 1815							
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	MPR	x	x		x	Non-Wetland bird
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira		x	x	x		Non-Wetland bird
Fringillidae Leach, 1820							
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim				x		Non-Wetland bird
Icteridae Vigors, 1825							
<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	japu		x				Non-Wetland bird
<i>Cacicus solitarius</i> (Vieillot, 1816)	iraúna-de-bico-branco		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	xexéu		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Icterus croconotus</i> (Wagler, 1829)	joão-pinto		x	x	x	x	Non-Wetland bird
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro		x	x		x	Non-Wetland bird
<i>Amblyramphus holosericeus</i> (Scopoli, 1786)	cardeal-do-banhado			x	x		Wetland bird
<i>Agelasticus cyanopus</i> (Vieillot, 1819)	carretão-do-oeste		x	x	x	x	Wetland bird
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer, 1947							
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra		x		x	x	Wetland bird
<i>Setophaga pitiayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita					x	Non-Wetland bird
Thraupidae Cabanis, 1847							
<i>Saltator similis</i> d'Orbigny & Lafresnaye, 1837	trinca-ferro		x	x			Non-Wetland bird
<i>Saltator coerulescens</i> Vieillot, 1817	trinca-ferro-gongá		x	x	x	x	Non-Wetland bird

Nome do Táxon	Nome em Português	Migração	Estiagem	Enchente	Cheia	Vazante	Grupo
<i>Ramphocelus carbo</i> (Pallas, 1764)	pipira-vermelha		x	x	x	x	<i>Non-Wetland bird</i>
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	MPR			x		<i>Non-Wetland bird</i>
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleurinho	MPR		x	x	x	<i>Non-Wetland bird</i>
<i>Sporophila collaris</i> (Boddaert, 1783)	coleur-do-brejo		x	x	x	x	<i>Wetland bird</i>
<i>Sporophila leucoptera</i> (Vieillot, 1817)	chorão		x		x		<i>Non-Wetland bird</i>
<i>Paroaria capitata</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	cavalaria		x	x	x	x	<i>Wetland bird</i>
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento		x	x		x	<i>Non-Wetland bird</i>
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro			x			<i>Non-Wetland bird</i>

Tabela S2 Média e erro padrão (SE) da riqueza de espécies, abundância, riqueza funcional (FRic), uniformidade funcional (FEve), divergência funcional (FDiv) e dispersão funcional (FDis) das *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* registradas durante o ciclo hidrológico de 2016-2017 na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil.

Grupo	Variável	Ciclo Hidrológico		Estiagem		Enchente		Cheia		Vazante	
		Média	SE	Média	SE	Média	SE	Média	SE	Média	SE
Assembleia	Riqueza	21,5670	1,4840	22,7330	3,4300	21,0000	2,9940	20,0670	2,6070	22,4670	3,0390
	Abundância	261,9000	21,1760	262,1330	54,9490	285,0000	42,7600	224,0670	28,4680	276,4000	41,7760
	FRic	0,0480	0,0040	0,0480	0,0080	0,0440	0,0060	0,0450	0,0060	0,0550	0,0080
	FEve	0,5590	0,0110	0,5800	0,0190	0,5640	0,0280	0,5280	0,0240	0,5660	0,0190
	FDiv	0,7870	0,0110	0,8110	0,0190	0,7870	0,0150	0,7530	0,0260	0,7970	0,0230
	FDis	0,3580	0,0050	0,3730	0,0100	0,3600	0,0090	0,3390	0,0100	0,3590	0,0100
Waterbirds	Riqueza	15,5000	0,5549	15,8000	0,8602	14,6000	0,7483	14,4000	1,1662	17,2000	1,3928
	Abundância	174,9500	34,0195	119,2000	26,5996	266,0000	125,5353	151,0000	42,3792	163,6000	26,4832
	FRic	0,0059	0,0004	0,0052	0,0002	0,0056	0,0007	0,0071	0,0015	0,0057	0,0006
	FEve	0,6601	0,0215	0,7365	0,0317	0,6155	0,0650	0,6062	0,0181	0,6822	0,0198
	FDiv	0,8237	0,0140	0,8171	0,0307	0,8619	0,0269	0,7952	0,0314	0,8208	0,0227
	FDis	0,1083	0,0033	0,1156	0,0058	0,1121	0,0080	0,0989	0,0069	0,1066	0,0046
Wetland birds	Riqueza	13,7000	0,4174	12,8000	0,3742	13,4000	0,6782	14,4000	0,7483	14,2000	1,3191

	Abundância	179,4000	14,5881	146,2000	15,9888	218,4000	35,4663	167,6000	36,9792	185,4000	21,5142
	FRic	0,0097	0,0016	0,0100	0,0044	0,0089	0,0037	0,0133	0,0031	0,0067	0,0013
	FEve	0,5964	0,0218	0,5979	0,0349	0,6031	0,0289	0,5734	0,0682	0,6111	0,0463
	FDiv	0,8002	0,0153	0,7788	0,0223	0,8198	0,0277	0,8177	0,0379	0,7845	0,0377
	FDis	0,1272	0,0021	0,1247	0,0057	0,1294	0,0046	0,1261	0,0047	0,1287	0,0027
Non-wetland birds	Riqueza	35,5000	1,9392	39,6000	3,5440	35,0000	4,3359	31,4000	3,3407	36,0000	4,5166
	Abundância	431,3500	35,1060	521,0000	104,3710	370,6000	39,9983	353,6000	21,2476	480,2000	73,7003
	FRic	0,0016	0,0001	0,0016	0,0002	0,0017	0,0003	0,0015	0,0002	0,0014	0,0003
	FEve	0,6054	0,0129	0,5916	0,0337	0,6189	0,0155	0,5932	0,0256	0,6179	0,0309
	FDiv	0,7324	0,0174	0,6988	0,0287	0,7887	0,0213	0,7529	0,0295	0,6893	0,0441
	FDis	0,0941	0,0035	0,0894	0,0066	0,1104	0,0067	0,0929	0,0008	0,0837	0,0068

Tabela S3 Valores estimados, Erro Padrão (SE), Z ou t dos modelos lineares generalizados (GLMs) e modelos lineares (LMs) para a variação dos índices de diversidade entre os períodos hidrológicos e os grupos de aves na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. FRic (Riqueza funcional), FEve (Uniformidade Funcional), FDiv (Divergência Funcional); FDis (Dispersão Funcional).

Variáveis resposta	Variáveis explicativas	Estimate	SE	z ou t	p value
Riqueza	(Intercept)	3,67883	0,07107	51,766	<0,0001
	Período (Vazante)	-0,09531	0,10299	-0,925	0,3547
	Período (Cheia)	-0,12348	0,10375	-1,19	0,234
	Período (Enchente)	-0,23202	0,10686	-2,171	0,0299
	Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,91882	0,13307	-6,905	<0,0001
	Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-1,12938	0,14379	-7,854	<0,0001
	Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,18021	0,18679	0,965	0,3347
	Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,04449	0,19267	0,231	0,8174
	Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,13924	0,19485	0,715	0,4749
	Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,19911	0,20079	0,992	0,3214
	Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,16929	0,20326	0,833	0,4049
	Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,3498	0,20232	1,729	0,0838

Abundância					
	(Intercept)	6,25575	0,01959	319,288	<0,0001
	Período (Vazante)	-0,08155	0,02829	-2,882	0,00395
	Período (Cheia)	-0,34063	0,03039	-11,209	<0,0001
	Período (Enchente)	-0,38758	0,03081	-12,578	<0,0001
	Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-1,47495	0,04541	-32,483	<0,0001
	Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-1,27077	0,04186	-30,361	<0,0001
	Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,39817	0,06083	6,545	<0,0001
	Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	1,14332	0,05791	19,744	<0,0001
	Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,62406	0,06286	9,927	<0,0001
	Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,31909	0,05698	5,6	<0,0001
	Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,74198	0,05663	13,102	<0,0001
	Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,52419	0,05925	8,847	<0,0001
FRic					
	(Intercept)	0,001644	0,002	0,822	0,41512
	Período (Vazante)	-0,0002131	0,002829	-0,075	0,94028
	Período (Cheia)	0,00006286	0,002829	0,022	0,98237
	Período (Enchente)	-0,0001481	0,002829	-0,052	0,95845
	Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,003544	0,002829	1,253	0,21636
	Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,008312	0,002829	2,938	0,00506
	Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,0007673	0,004001	0,192	0,84872
	Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,0003235	0,004001	0,081	0,93589
	Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,002091	0,004001	0,523	0,60362
	Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,002997	0,004001	-0,749	0,45744
	Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,001124	0,004001	-0,281	0,78006
	Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,003459	0,004001	0,865	0,39159

FEve

(Intercept)	0,59156	0,038494	15,368	<0,0001
Período (Vazante)	0,026346	0,054439	0,484	0,6306
Período (Cheia)	0,027361	0,054439	0,503	0,6175
Período (Enchente)	0,001603	0,054439	0,029	0,9766
Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,144973	0,054439	2,663	0,0105
Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,006347	0,054439	0,117	0,9077
Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,080646	0,076988	-1,048	0,3001
Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,148373	0,076988	-1,927	0,0599
Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,131913	0,076988	-1,713	0,0931
Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,013144	0,076988	-0,171	0,8652
Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,022127	0,076988	-0,287	0,775
Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,026104	0,076988	-0,339	0,736

FDiv

(Intercept)	0,69877	0,030807	22,682	<0,0001
Período (Vazante)	-0,009433	0,043568	-0,217	0,82951
Período (Cheia)	0,089909	0,043568	2,064	0,04448
Período (Enchente)	0,054094	0,043568	1,242	0,22042
Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,118314	0,043568	2,716	0,00917
Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,079984	0,043568	1,836	0,07258
Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,013104	0,061615	0,213	0,83248
Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,045109	0,061615	-0,732	0,46766
Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,076	0,061615	-1,233	0,2234
Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,015183	0,061615	0,246	0,80641
Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,04887	0,061615	-0,793	0,43159
Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,015155	0,061615	-0,246	0,80676

FDis

(Intercept)	0,089366	0,005662	15,785	<0,0001
Período (Vazante)	-0,005665	0,008007	-0,708	0,48262
Período (Cheia)	0,021018	0,008007	2,625	0,01159
Período (Enchente)	0,003502	0,008007	0,437	0,66376
Grupo (<i>Waterbirds</i>)	0,026185	0,008007	3,27	0,00199
Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,0353	0,008007	4,409	0,0000583
Período (Vazante):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,003238	0,011323	-0,286	0,77613
Período (Cheia):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,02443	0,011323	-2,158	0,036
Período (Enchente):Grupo (<i>Waterbirds</i>)	-0,02017	0,011323	-1,781	0,08119
Período (Vazante):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	0,009718	0,011323	0,858	0,395
Período (Cheia):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,016289	0,011323	-1,439	0,15676
Período (Enchente):Grupo (<i>Wetland birds</i>)	-0,002107	0,011323	-0,186	0,85314

Tabela S4 Comparações pareadas entre as médias dos mínimos quadrados de cada índice de diversidade entre cada período do pulso de inundação para *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* registradas durante o ciclo hidrológico de 2016-2017 na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Os valores significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito. FRic (Riqueza funcional), FEve (Uniformidade Funcional), FDiv (Divergência Funcional); FDis (Dispersão Funcional).

Grupo	Variável resposta	Vazante - Estiagem				Cheia - Estiagem				Enchente - Estiagem			
		Estimate	SE	Z	p value	Estimate	SE	Z	p value	Estimate	SE	Z	p value
<i>Waterbirds</i>	Riqueza	-0,0849	0,156	-0,545	0,5859	0,0928	0,163	0,569	0,5691	0,079	0,162	0,487	0,6266
	Abundância	-0,3166	0,0539	-5,879	<0,0001	-0,2365	0,0548	-4,316	<0,0001	-0,8027	0,0493	-16,284	<0,0001
	FRic	-0,000554	0,00283	-0,196	0,8447	-0,00194	0,00283	-0,687	0,4922	-0,000386	0,00283	-0,137	0,8914
	FEve	0,0543	0,0544	0,997	0,3185	0,13031	0,0544	2,394	0,0167	0,12101	0,0544	2,223	0,0262
	FDiv	-0,00367	0,0436	-0,084	0,9328	0,02191	0,0436	0,503	0,6151	-0,0448	0,0436	-1,028	0,3038
	FDis	0,008904	0,00801	1,112	0,2661	0,016668	0,00801	2,082	0,0374	0,003412	0,00801	0,426	0,67
<i>Wetland birds</i>	Riqueza	-0,1038	0,172	-0,602	0,547	-0,1178	0,172	-0,686	0,493	-0,0458	0,175	-0,262	0,7933
	Abundância	-0,2375	0,0495	-4,802	<0,0001	-0,1366	0,0506	-2,699	0,007	-0,4014	0,0478	-8,399	<0,0001

	FRic	0,00321	0,00283	1,135	0,2565	-0,00331	0,00283	-1,17	0,2419	0,00106	0,00283	0,375	0,7077
	FEve	-0,0132	0,0544	-0,243	0,8084	0,0245	0,0544	0,45	0,6527	-0,00523	0,0544	-0,096	0,9234
	FDiv	-0,00575	0,0436	-0,132	0,895	-0,03894	0,0436	-0,894	0,3715	-0,04104	0,0436	-0,942	0,3462
	FDis	-0,004053	0,00801	-0,506	0,6127	-0,001395	0,00801	-0,174	0,8617	-0,004729	0,00801	-0,591	0,5548
Non-wetland birds	Riqueza	0,0953	0,103	0,925	0,3547	0,232	0,107	2,171	0,0299	0,1235	0,104	1,19	0,234
	Abundância	0,0815	0,0283	2,882	0,0039	0,3876	0,0308	12,578	<0,0001	0,3406	0,0304	11,209	<0,0001
	FRic	0,000213	0,00283	0,075	0,94	0,000148	0,00283	0,052	0,9582	-0,0000629	0,00283	-0,022	0,9823
	FEve	-0,02635	0,0544	-0,484	0,6284	-0,0016	0,0544	-0,029	0,9765	-0,02736	0,0544	-0,503	0,6153
	FDiv	0,00943	0,0436	0,217	0,8286	-0,05409	0,0436	-1,242	0,2144	-0,08991	0,0436	-2,064	0,0391
	FDis	0,005665	0,00801	0,708	0,4792	-0,003502	0,00801	-0,437	0,6618	-0,021018	0,00801	-2,625	0,0087
		Cheia - Vazante				Enchente - Vazante				Enchente - Cheia			
Grupo	Variável resposta	Estimate	SE	Z	p value	Estimate	SE	Z	p value	Estimate	SE	Z	p value
Waterbirds	Riqueza	0,1777	0,16	1,112	0,266	0,1639	0,159	1,03	0,3031	0,0138	0,166	0,083	0,9338
	Abundância	0,0801	0,0505	1,588	0,1123	-0,4861	0,0444	-10,939	<0,0001	0,5662	0,0456	12,426	<0,0001
	FRic	-0,00139	0,00283	-0,491	0,6235	0,000168	0,00283	0,059	0,9527	-0,00156	0,00283	-0,55	0,5822
	FEve	0,07601	0,0544	1,396	0,1626	0,06671	0,0544	1,225	0,2204	0,0093	0,0544	0,171	0,8644
	FDiv	0,02558	0,0436	0,587	0,5572	-0,04113	0,0436	-0,944	0,3452	0,06671	0,0436	1,531	0,1258
	FDis	0,007764	0,00801	0,97	0,3322	-0,005492	0,00801	-0,686	0,4928	0,013256	0,00801	1,656	0,0978
Wetland birds	Riqueza	-0,014	0,167	-0,084	0,9334	0,058	0,17	0,34	0,7335	-0,072	0,17	-0,424	0,6716
	Abundância	0,1009	0,0477	2,118	0,0342	-0,1638	0,0447	-3,668	0,0002	0,2647	0,0459	5,765	<0,0001
	FRic	-0,00652	0,00283	-2,305	0,0212	-0,00215	0,00283	-0,76	0,4474	-0,00437	0,00283	-1,545	0,1223
	FEve	0,0377	0,0544	0,693	0,4886	0,00797	0,0544	0,146	0,8836	0,02973	0,0544	0,546	0,5849
	FDiv	-0,03319	0,0436	-0,762	0,4462	-0,03529	0,0436	-0,81	0,418	0,0021	0,0436	0,048	0,9616
	FDis	-0,000676	0,00801	-0,084	0,9327	0,002658	0,00801	0,332	0,7399	0,003334	0,00801	0,416	0,6771
Non-wetland birds	Riqueza	0,1367	0,109	1,252	0,2106	0,0282	0,106	0,265	0,7907	0,1085	0,11	0,987	0,3234
	Abundância	0,306	0,0313	9,765	<0,0001	0,2591	0,0309	8,379	<0,0001	0,047	0,0332	1,412	0,1578
	FRic	-0,0000649	0,00283	-0,023	0,9817	-0,000276	0,00283	-0,098	0,9223	0,000211	0,00283	0,075	0,9405

	FEve	0,02474	0,0544	0,455	0,6495	-0,00101	0,0544	-0,019	0,9851	0,02576	0,0544	0,473	0,6361
	FDiv	-0,06353	0,0436	-1,458	0,1448	-0,09934	0,0436	-2,28	0,0226	0,03581	0,0436	0,822	0,4111
	FDis	-0,009168	0,00801	-1,145	0,2522	-0,026683	0,00801	-3,333	0,0009	0,017516	0,00801	2,188	0,0287

Tabela S5 Comparações pareadas entre as médias dos mínimos quadrados de cada índice de diversidade entre os grupos de aves *Waterbirds*, *Wetland birds* e *Non-wetland birds* para cada período do pulso de inundação durante o ciclo hidrológico de 2016 -2017 na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. Os valores significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito. FRic (Riqueza funcional), FEve (Uniformidade Funcional), FDiv (Divergência Funcional); FDis (Dispersão Funcional).

Período	Variável resposta	<i>Waterbird-Wetland bird</i>				<i>Waterbird-NonWetlandbird</i>				<i>NonWetlandbird-Wetlandbird</i>			
		<i>Estimate</i>	<i>SE</i>	<i>Z</i>	<i>p value</i>	<i>Estimate</i>	<i>SE</i>	<i>Z</i>	<i>p value</i>	<i>Estimate</i>	<i>SE</i>	<i>Z</i>	<i>p value</i>
Estiagem	Riqueza	0,2106	0,168	1,252	0,2106	0,9188	0,133	6,905	<0,0001	11,294	0,144	7,854	<0,0001
	Abundância	-0,204	0,0552	-3,7	0,0002	1,475	0,0454	32,483	<0,0001	1,271	0,0419	30,361	<0,0001
	FRic	-0,00477	0,00283	-1,685	0,092	-0,00354	0,00283	-1,253	0,2103	-0,00831	0,00283	-2,938	0,0033
	FEve	0,13863	0,0544	2,546	0,0109	-0,14497	0,0544	-2,663	0,0077	-0,00635	0,0544	-0,117	0,9072
	FDiv	0,0383	0,0436	0,88	0,379	-0,1183	0,0436	-2,716	0,0066	-0,08	0,0436	-1,836	0,0664
	FDis	-0,00912	0,00801	-1,138	0,2549	-0,02619	0,00801	-3,27	0,0011	-0,0353	0,00801	-4,409	<0,0001
Enchente	Riqueza	0,0858	0,169	0,507	0,6122	0,8743	0,139	6,275	<0,0001	0,9601	0,144	6,683	<0,0001
	Abundância	0,197	0,0408	4,828	<0,0001	0,332	0,0359	9,228	<0,0001	0,529	0,0381	13,861	<0,0001
	FRic	-0,00332	0,00283	-1,174	0,2405	-0,00387	0,00283	-1,367	0,1716	-0,00719	0,00283	-2,541	0,0111
	FEve	0,01238	0,0544	0,227	0,8201	0,0034	0,0544	0,062	0,9502	0,01578	0,0544	0,29	0,7719
	FDiv	0,0421	0,0436	0,966	0,334	-0,0732	0,0436	-1,68	0,0929	-0,0311	0,0436	-0,714	0,4751
	FDis	-0,01726	0,00801	-2,155	0,0311	-0,00176	0,00801	-0,219	0,8265	-0,01901	0,00801	-2,374	0,0176
Cheia	Riqueza	0	0,167	0	1	0,7796	0,142	5,477	<0,0001	0,7796	0,142	5,477	<0,0001
	Abundância	-0,104	0,0502	-2,079	0,0377	0,851	0,0435	19,572	<0,0001	0,747	0,0419	17,801	<0,0001
	FRic	-0,00614	0,00283	-2,169	0,0301	-0,00564	0,00283	-1,992	0,0464	-0,01177	0,00283	-4,161	<0,0001
	FEve	0,03282	0,0544	0,603	0,5466	-0,01306	0,0544	-0,24	0,8104	0,01976	0,0544	0,363	0,7167
	FDiv	-0,0225	0,0436	-0,517	0,6053	-0,0423	0,0436	-0,971	0,3315	-0,0648	0,0436	-1,488	0,1368

	FDis	-0,02718	0,00801	-3,394	0,0007	-0,00602	0,00801	-0,751	0,4525	-0,03319	0,00801	-4,146	<0,0001
Vazante	Riqueza	0,1917	0,16	1,195	0,232	0,7386	0,131	5,635	<0,0001	0,9303	0,14	6,638	<0,0001
	Abundância	-0,125	0,048	-2,608	0,0091	1,077	0,0405	26,597	<0,0001	0,952	0,0387	24,612	<0,0001
	FRic	-0,001	0,00283	-0,355	0,7229	-0,00431	0,00283	-1,524	0,1275	-0,00531	0,00283	-1,879	0,0603
	FEve	0,07112	0,0544	1,306	0,1914	-0,06433	0,0544	-1,182	0,2373	0,0068	0,0544	0,125	0,9006
	FDiv	0,0363	0,0436	0,832	0,4054	-0,1314	0,0436	-3,016	0,0026	-0,0952	0,0436	-2,184	0,0289
	FDis	-0,02207	0,00801	-2,757	0,0058	-0,02295	0,00801	-2,866	0,0042	-0,04502	0,00801	-5,623	<0,0001

Referências

- Accordi IA (2010) Pesquisa e conservação de aves em áreas úmidas. In: Von Matter S, Straube FC, Accordi IA, Piacentini V de Q, Cândido-Jr. JF (eds) Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e conservação, Technical Books, Rio de Janeiro, pp 189–216
- Billerman SM, Keeney BK, Rodewald PG, Schulenberg TS (Editores) (2022). Birds of the World. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Maurício GN, Naka LN, Olmos F, Posso SR, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F, Piacentini VQ (2021) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee-second edition. Ornithol Res 29:94–105 . <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Somenzari M, Amaral PP do, Cueto VR, Guaraldo ADC, Jahn AE, Lima DM, Lima PC, Lugarini C, Machado CG, Martinez J, Nascimento JLX do, Pacheco JF, Paludo D, Prestes NP, Serafini PP, Silveira LF, Sousa AEBA de, Sousa NA de, Souza MA de, Telino-Júnior WR, Whitney BM (2018) An overview of migratory birds in Brazil. Pap Avulsos Zool 58:1–66. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2018.58.03>
- Wetlands International (2012) Waterbird Population Estimates, 5th edn. Wageningen, The Netherlands

CAPÍTULO 4

Impactos de incêndio na assembleia de aves em uma planície de inundação tropical e sua recuperação inicial

[Preparado de acordo com as normas da revista *Biodiversity and Conservation*]

<<https://www.springer.com/journal/10531/submission-guidelines>>

Título: Impactos de incêndio na assembleia de aves em uma planície de inundação tropical e sua recuperação inicial

Autores: Angélica Vilas Boas da Frota^{1,4}, Breno Dias Vitorino¹, Sara Miranda Almeida², Josué Ribeiro da Silva Nunes¹, Carolina Joana da Silva¹, Bia de Arruda Almeida³

¹Programa de Pós-graduação *stricto sensu* em Ciências Ambientais (PPGCA), Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT – Cáceres), Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

²Laboratório de Biogeografia da Conservação e Macroecologia (BIOMACRO Lab), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil.

³Department of Wetland Ecology, Doñana Biological Station, Sevilla, Espanha.

⁴E-mail: angelicafrotaa@gmail.com

Angélica Vilas Boas da Frota ORCID 0000-0003-3693-4756

Breno Dias Vitorino ORCID 0000-0002-5293-8581

Sara Miranda Almeida ORCID 0000-0002-8372-5482

Josué Ribeiro da Silva Nunes ORCID 0000-0003-3927-5063

Carolina Joana da Silva ORCID 0000-0003-0517-1661

Bia de Arruda Almeida ORCID 0000-0001-9738-0270

Resumo

Eventos extremos de seca e incêndios afetaram a maior planície de inundação contínua do mundo, o Pantanal. Compreender como a biodiversidade responde a estes distúrbios é fundamental para a promoção de ações de manejo e conservação que visem a manutenção dos processos e funções em sistemas ecológicos. Para avaliar este impacto e a recuperação da biodiversidade em curto prazo, nós conduzimos um monitoramento de aves em uma área protegida durante os ciclos hidrológicos de 2017-2018 (antes dos incêndios) e 2020-2021 (depois dos incêndios), cobrindo os habitats de campos e de florestas. Comparamos a diversidade e a composição das aves em locais diretamente,

indiretamente e não afetados pelo fogo, utilizando medidas que refletem aspectos taxonômicos e funcionais das espécies. Descobrimos que houve uma mudança significativa na estrutura e na composição das assembleias de aves entre os ciclos hidrológicos em todas as localidades após o distúrbio. Houve incremento na riqueza de espécies e abundância, especialmente nos habitats de campos. A dissimilaridade foi elevada para os locais diretamente afetados pelo fogo, com substituição de espécies e de características funcionais. As diferenças em diversidade e composição foram reduzidas ao longo do tempo após os incêndios, evidenciando certa resiliência das assembleias. A diversidade taxonômica e funcional de aves no Pantanal é fator chave para a manutenção e restauração dos habitats, e alterações drásticas nas assembleias em longo prazo podem levar a uma descaracterização ambiental e perda de serviços ecossistêmicos associados às áreas úmidas. Sugerimos que as ações de manejo integrado do fogo considerem acompanhar a reestruturação e recomposição da biodiversidade em longo prazo, especialmente nos locais atingidos pelos incêndios.

Palavras-chave: Áreas úmidas, Diversidade Taxonômica, Diversidade Funcional, Dissimilaridade, Dinâmica Temporal

Abstract

Extreme drought and wildfire events affected the world's largest continuous floodplain, the Pantanal. Understanding how biodiversity responds to these disturbances is essential for the promotion of management and conservation actions aimed at maintaining processes and functions in ecological systems. To assess this impact and the recovery of biodiversity in short term, we conducted bird monitoring in a protected area during the 2017-2018 (before the fires) and 2020-2021 (after the fires) hydrological cycles, covering marshes and swamps habitats. We compared the diversity and composition of birds in locations directly, indirectly and not affected by fire, using measures that reflect taxonomic and functional aspects of the species. We found that there was a significant change in the structure and composition of bird assemblages between hydrological cycles in all locations after the disturbances. There is an increase of species

richness and abundance, especially in marshes habitats. Dissimilarity was high for sites directly affected by fire, with turnover of species and functional characteristics. Differences in diversity and composition were reduced over time since fires, showing a certain resilience of the assemblages. Taxonomic and functional diversity of birds in the Pantanal is a key factor for the maintenance and restoration of habitats, and these drastic changes in assemblages in the long term can lead to environmental changes and loss of ecosystem services provided by birds in wetlands. We suggest that integrated fire management actions consider monitoring the restructuring and restoration of biodiversity in long term, especially in locations affected by fires.

Key words: Functional Diversity, Taxonomic Diversity, Dissimilarity, Temporal Dynamics, Wetlands

AFIRMAÇÕES E DECLARAÇÕES

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela bolsa de pesquisa para AVBF e BDV; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade para CJS; e CNPq pelo financiamento da Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) “Dinâmicas Ecológicas na planície de inundação do Alto Rio Paraguai” (no. 441563/2016-3).

Informações Suplementares

Este documento contém material suplementar disponível.

Conflitos de interesse/Interesses concorrentes

Não há conflitos de interesses.

Disponibilidade de dados e materiais

Os conjuntos de dados usados e/ou analisados durante o estudo atual estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação e justificativa.

Contribuições dos autores

Conceitualização: [AVBF, BDV, SMA, BAA]; Metodologia: [AVBF, BDV, SMA, BAA]; Investigação: [AVBF, BDV]; Curadoria dos dados: [AVBF]; Análises formais: [AVBF]; Validação [BAA, SMA]; Escrita – original: [AVBF]; Escrita – revisão e edição: [AVBF, BDV, SMA, BAA]; Supervisão [JRSN, CJS, BAA]; Aquisição de financiamento: [JRSN, CJS].

Aprovação Ética

Este estudo segue a licença da autoridade responsável pela realização da pesquisa na respectiva área. As atividades de permissão com finalidade científica estão sob autorização número 59399 do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO/ICMBio.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT): AVBF e BDV receberam bolsa da FAPEMAT/CAPES 007/2018; e CJS recebeu bolsa de pesquisa do CNPq; Agradecemos também ao CNPq pelo apoio à Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) Pantanal “Dinâmicas Ecológicas na planície de inundação do Alto Rio Paraguai” (nº 441563/2016-3); ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Centro de Pesquisa em Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Estação Ecológica de Taiamã (ICMBio/EET) pelo apoio financeiro e logístico; João B. de Pinho, Luiz dos Anjos, Vitor Q. Piacentini, Ernandes S. Oliveira Junior e Wilkinson L. Lázaro pelos comentários e sugestões na versão prévia do trabalho.

Introdução

Mudanças climáticas impulsionadas por fatores antrópicos têm contribuído com o aumento da frequência, duração e intensidade de eventos extremos de seca e de incêndios em vários ecossistemas do mundo, incluindo as áreas úmidas (Duane et al. 2021). Em regiões tropicais, as respostas da biodiversidade a estes eventos são pouco conhecidas até mesmo para aqueles ecossistemas dependentes do regime de fogo (González et al. 2022). No caso de ecossistemas sujeitos à inundação sazonal, tais eventos extremos podem ser ainda mais complexos devido à magnitude de causa e efeito (Garcia et al. 2021). Esses distúrbios são processos reguladores da biodiversidade, e a compreensão de como as assembleias biológicas se comportam frente a eles é necessária (Gotelli et al. 2017), pois permite direcionar ações de manejo e conservação que visem a manutenção dos processos e funções em sistemas ecológicos.

O Pantanal constitui uma das maiores áreas úmidas tropicais contínuas do mundo. Essa planície de inundação é caracterizada pelo regime hidrológico anual e plurianual com pulsos de inundação previsíveis que são altamente regulados pelas condições climáticas, morfologia das paisagens e efeitos locais na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraguai (Junk et al. 1989; Junk e Wantzen 2005). A biodiversidade é adaptada a esta dinâmica de inundação (Junk et al. 2006). No entanto, o Pantanal têm sofrido com os impactos causados pelas mudanças climáticas globais e interferências antrópicas (e.g., expansão do agronegócio), sendo cada vez mais frequentes a conversão dos ambientes naturais, a perda de conectividade hidrológica longitudinal e lateral, e as alterações nos processos anuais de seca e cheia (Da Silva et al. 2015; Tomas et al. 2019; Lázaro et al. 2020; Thielen et al. 2020). Estima-se que houve um aumento de 13% na quantidade de dias sem chuva no Pantanal e uma redução de 16% da massa de água da planície de inundação do rio Paraguai nos últimos 10 anos (Lázaro et al. 2020). A falta de chuvas tem levado a condições de seca prolongada, com valores extremamente baixos dos níveis hidrométricos do rio Paraguai (Marengo et al. 2021). Além disso, em 2020 eventos extremos de incêndios sobre a vegetação nativa e biodiversidade atingiram 30% do Pantanal (Libonati et al. 2020; Pivello et al. 2021) e ocasionaram a morte de mais de 17 milhões de vertebrados (Tomas et al. 2021).

Embora o Pantanal seja considerado um ecossistema de savana inundável dependente de um regime de fogo do tipo superficial e de baixa intensidade (Olson et al. 2001; Hardesty et al. 2005), os últimos eventos de incêndios tiveram efeitos de primeira (e.g., mortalidade) e segunda ordem (e.g., mudança no habitat) que resultam em uma alteração na disponibilidade de recursos (Engstrom 2010). Em uma paisagem pós-fogo, suas características podem ser determinadas pela escala espacial ou temporal, região geográfica, bioma e taxa avaliados (Jones e Tingley 2021), gerando um mosaico associado a estágios sucessionais e estruturais que irão definir a amplitude do nicho ecológico ocupado pelas espécies (Martin e Sapsis 1991).

As aves ocupam uma grande variedade de nichos e apresentam uma ampla diversidade de características e funções ecológicas (Sekercioglu 2006; Whelan et al. 2008) que as possibilitam atuar em vários serviços ecossistêmicos de suporte e regulação, como ciclagem de nutrientes, controle populacional, polinização de flores e dispersão de sementes (Green e Elmberg 2013). Sob condições naturais, a resposta das aves aos efeitos provocados pela inundação sazonal, seca e fogo são moldadas pela heterogeneidade ambiental promovida por estes eventos (Brawn et al. 2001; Beal-Neves et al. 2020; Frota et al. 2020). No entanto, perturbações de grande magnitude e intensidade podem ocasionar em alteração de habitats e perda de biodiversidade, sendo as aves um dos grupos mais afetados (Tomas et al. 2021). Consequentemente, pode ocorrer a perda de serviços ecossistêmicos desempenhados pelas comunidades biológicas, afetando potencialmente o funcionamento do ecossistema (Mouillot et al. 2013).

Alguns parâmetros biológicos podem ser considerados na avaliação dessas mudanças ambientais, sendo as medidas de diversidade amplamente utilizadas por resumirem os diferentes aspectos das assembleias. A diversidade alfa consiste na diversidade local, enquanto a diversidade beta consiste na variação da composição das assembleias no espaço e/ou no tempo (Whittaker et al. 2001). Os estudos com beta diversidade tem avançado nas últimas décadas (Anderson et al. 2011), e são úteis no entendimento de questões biogeográficas, ecológicas e de conservação (Baselga 2010). A beta diversidade temporal é uma forma de compreender as mudanças na composição (i.e., dissimilaridade) de uma assembleia em dois ou mais momentos no tempo, dessa

forma refletindo os processos e funções de um ecossistema (Magurran et al. 2019). Neste contexto, é também possível medir a contribuição da substituição (*Turnover*) e da perda/ganho de espécies (*Nestedness*) para uma dada medida de dissimilaridade (Baselga 2010; Magurran et al. 2019).

A diversidade taxonômica está principalmente associada aos valores de riqueza e distribuição de abundância das espécies que compõe uma assembleia (Whittaker et al. 2001). Por meio da diversidade funcional, é possível estimar as diferenças entre as espécies ou grupos que coexistem em uma assembleia baseado em seus traços morfológicos, fisiológicos e comportamentais (Tilman 2001; Petchey e Gaston 2006), o que permite aprofundar na avaliação da resposta do organismo às mudanças ambientais (Luck et al. 2012). A avaliação integrada da diversidade taxonômica e funcional tem se mostrado eficaz na compreensão dos efeitos de mudanças temporais sobre as assembleias em diferentes tipos de ecossistemas, sinalizando a resiliência ou perda funcional (Jarzyna e Jetz 2018; Joner et al. 2021; Oliveira e dos Anjos 2022), e contribui para a elaboração de estratégias que visem preservar espécies e funções ecológicas (Lyashevskaya e Farnsworth 2012).

As aves são organismos fundamentais para indicar a resiliência de um ecossistema após distúrbios, pois são considerados *links* móveis de recursos essenciais, informações gênicas e processos ecológicos entre os habitats, promovendo a manutenção e restauração ecológica (Lundberg e Moberg 2003). Efeitos de curto prazo após um distúrbio revelam padrões importantes para o direcionamento dos esforços para os monitoramentos de longo prazo. Por exemplo, o tempo após a ocorrência de um distúrbio como o fogo, pode diminuir a diversidade de espécies, mas também influenciar na distribuição de grupos funcionais (veja Beal-Neves et al. 2020). Isso porque as características dos habitats relacionadas a fatores sazonais e estruturais exercem forte influência na diversidade e composição de aves, afetando na coocorrência, capacidade de dispersão e quantidade de espécies generalistas/especialistas ao longo dos ciclos hidrológicos (Signor e Pinho 2011; de Deus et al. 2020b; de Deus et al. 2020a; Frota et al. 2020).

Diante do contexto, nós conduzimos um monitoramento de aves por dois ciclos hidrológicos em uma área protegida na planície de inundação do Pantanal brasileiro. Aqui, comparamos os diferentes aspectos das assembleias de aves

para avaliar a resposta temporal da diversidade e composição entre o antes e depois dos eventos extremos de seca e incêndios. Para tal, nós investigamos as diferenças temporais de curto prazo nos níveis de diversidade alfa e beta taxonômica e funcional das assembleias de aves em distintos habitats impactados pelo fogo. Nossa hipótese é que o impacto do fogo e o tempo após o incêndio (*Time Since Fire* - TSF) afetam a diversidade de espécies e características funcionais, com uma diminuição dos níveis de diversidade alfa após estes distúrbios extremos, mas com uma tendência a reestruturação e recomposição das assembleias de aves ao longo do ano com a recuperação dos níveis de diversidade e redução da dissimilaridade. A partir dos resultados desse estudo, esperamos inferir a capacidade de resiliência da assembleia de aves em diferentes habitats desta planície de inundação.

Material e métodos

Área de estudo

A área estudada encontra-se na região Norte da planície de inundação do rio Paraguai, no Pantanal do estado de Mato Grosso, Brasil (16°48'S – 16°58'S; 57°42'W – 57°24'W; elevação entre 93 e 118 m de altitude). Neste local está inserida uma área integralmente protegida, o sítio Ramsar Estação Ecológica de Taiaí (EET); uma área de Reserva Particular do Patrimônio Natural e uma área de proteção dos recursos pesqueiros (Brasil 2017). O clima é do tipo Aw (quente e úmido), de acordo com a classificação de Koppen, com precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual variando de 32°C a 20°C (Alvares et al. 2013). Apesar da constante perda de massa d'água nos últimos anos devido a mudanças climáticas intensificadas por atividades antrópicas, a planície de inundação do rio Paraguai tem dinâmica de inundação bem definida, com as fases hidrológicas de estiagem (agosto, setembro e outubro), enchente (novembro, dezembro e janeiro), cheia (fevereiro, março e abril) e vazante (maio, junho e julho) (Lázaro et al. 2020). A amplitude média de inundação do rio Paraguai na área varia entre 0,35 e 1,80 metros no pico da seca e cheia, respectivamente (Figura 1).

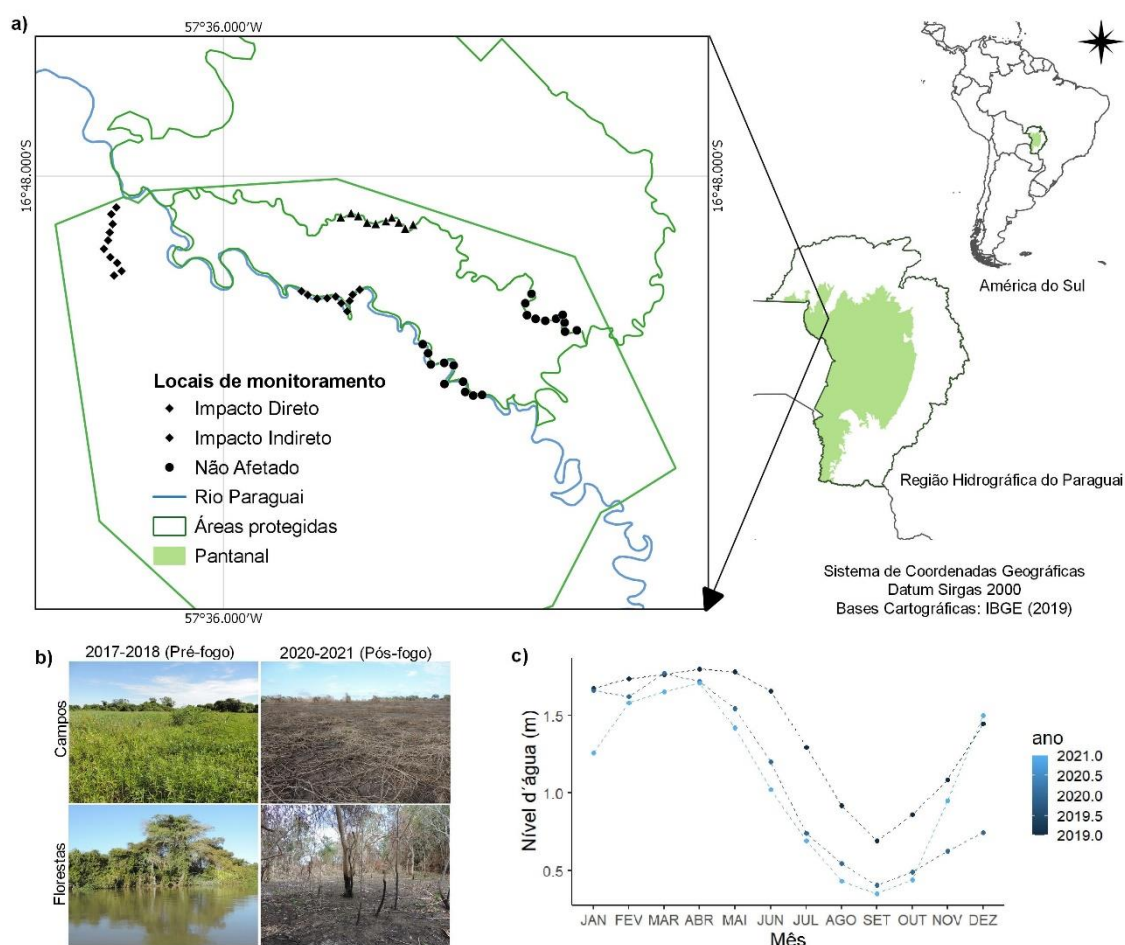


Figura 1 Caracterização da área do monitoramento de aves na planície de inundação do rio Paraguai entre os anos de 2017 e 2021. a) Localização da área de estudo; b) Habitats de campos e florestas monitorados antes e depois dos incêndios; c) Média do nível d' água (m) do rio Paraguai na área monitorada ao longo dos meses entre os anos de 2019 e 2021.

Características dos habitats estudados

Entre os principais ambientes encontrados em nossa área de estudo, estão as áreas permanentemente aquáticas, áreas pantanosas e áreas de transição aquática e terrestre (Frota et al. 2017). A fim de considerar as diferenças que pode haver em impacto e recuperação entre os principais ambientes, os habitats desta planície de inundação foram agrupados com base na cobertura vegetal predominante em florestas e campos.

Nesta planície de inundação, os habitats de florestas inundáveis (*Swamps*) podem variar entre áreas monoespecíficas (e.g., com a dominância de *Erythrina fusca* Lour., Fabaceae) e áreas poliespecíficas (sem a dominância de uma única espécie de planta arbórea e/ou arbustiva), que compartilham

diversas espécies de aves, especialmente durante o período de estiagem (Frota et al. 2020). Estas florestas inundáveis consistem principalmente de plantas arbóreas mais tolerantes à inundação, como    o caso do abobreiro *Erythrina fusca* Lour. e o guanandi *Calophyllum brasiliense* Cambess (Calophyllaceae) (Oliveiro-Neto et al. 2020), bem como espécies com elevado valor de importância ambiental como o ingá-do-rio *Inga vera* Willd (Fabaceae), *Zygia inaequalis* (Willd.) Pittier (Fabaceae) e catigu   *Trichilia catigua* A. Juss. A. (Meliaceae) em locais que ficam menos tempo inundados (Martins et al. 2020).

Os habitats de campos (*Marshes*) consistem em ambientes com a dominância de espécies herbáceas e macrófitas aquáticas, e podem ou não apresentar arbustos e espécies pioneiras em suas formações mais heterog  neas. Nesta categoria de habitat, encontram-se as áreas de campos inundáveis e batumes que representam mais de 70% dos macrohabitats na área de estudo (Frota et al. 2017). As gramíneas perenes são predominantes nos ambientes de campos ao longo das fases hidrológicas do pulso de inundação (Barbosa da Silva et al. 2020). As áreas dominadas por plantas aquáticas são condicionadas pelas diferentes fases do pulso de inundação e por parâmetros hidrológicos variados, o que resulta na predominância de espécies com formas de vida anfíbias durante a seca, e espécies estritamente aquáticas no período de cheia (Catian et al. 2018).

Em setembro de 2020, a nossa área de estudo foi atingida de maneira intensa pelos incêndios no Pantanal. Estima-se que mais de 30% da EET foi queimada, sendo que as áreas adjacentes também foram severamente atingidas (Libonati et al. 2021). A origem do fogo na região do Pantanal foi de natureza antrópica associada aos eventos climáticos de seca extrema e elevadas temperaturas durante a fase hidrológica de estiagem, o que possibilitou uma rápida propagação do fogo na biomassa acumulada na área, atingindo tanto os campos como os habitats florestais (Libonati et al. 2020; Pivello et al. 2021). As coletas de dados nestes habitats foram realizadas nas diferentes fases hidrológicas antes da ocorrência dos incêndios, e nas mesmas fases hidrológicas após os incêndios. Para investigar a recuperação dos locais amostrados, consideramos as amostragens p  s incêndios como uma variável contínua, de meses após o d  st  rbio (2, 4, 6 e 8 meses) e que compreendem as diferentes fases hidrológicas (estiagem, enchente, cheia, vazante).

Amostragem das aves

O protocolo de amostragem das aves segue metodologia aplicada no sítio de Pesquisa Ecológica de Longa Duração “Dinâmicas Ecológicas na Planície de Inundação do Alto Rio Paraguai” (SISBIO – nº 59399), em que cada um dos cinco sites amostrais apresenta dez pontos de contagem das aves. Portanto, 50 pontos de contagem foram monitorados cobrindo as quatro fases hidrológicas (estiagem, enchente, cheia e vazante) por dois ciclos anuais (2017-2018 e 2020-2021; ciclo 1 e 2, respectivamente). Cada ponto corresponde a um tipo de ambiente categorizado com base na cobertura vegetal predominante identificadas em campo e apoiada por estudo prévio realizado na localidade (Frota et al. 2017): florestas (23 pontos) e campos (27 pontos). Durante o ciclo de 2020-2021, 20 desses pontos foram afetados de maneira Direta pelos incêndios (11 florestas e 9 campos), o equivalente a 40% de nosso sistema avaliado. Dez pontos foram afetados de maneira Indireta, sendo aqueles localizados a uma distância mínima de 100 metros da linha de fogo (8 florestas e 2 campos), e 20 pontos Não Afetados (4 florestas e 16 campos).

Uma distância mínima de 500 metros foi estabelecida entre cada ponto, a fim de evitar a sobreposição dos registros. Em cada ponto, as espécies de aves vistas e/ou ouvidas foram registradas durante 15 minutos considerando um raio de 50 metros. A amostragem foi realizada entre às 06:00 e 10:00h da manhã. Cada ponto foi amostrado por dois dias não consecutivos em cada fase hidrológica, totalizando 200 horas de observação nos dois ciclos. Nós somamos o número de indivíduos de cada espécie para cada ponto de contagem em cada fase e ciclo hidrológico, sendo a matriz composta por 400 unidades amostrais (50 pontos x 4 estações x 2 ciclos). Aves em sobrevoo não foram consideradas nas análises, exceto para aquelas que forrageiam no estrato aéreo (e.g., família Hirundinidae).

Traços funcionais

Para calcular as medidas de diversidade funcional da assembleia de aves, nós consideramos 16 traços funcionais obtidos a partir da *EltonTraits database*

1.0 (Wilman et al. 2014), os quais refletem o uso de recursos e o papel funcional das aves nos ecossistemas naturais (Luck et al. 2012; Wilman et al. 2014). A matriz funcional foi composta pelos 16 traços inseridos nas colunas e as espécies nas linhas. Nós utilizamos os traços funcionais pertencentes às categorias: dieta, definida como a proporção de cada item alimentar consumido (1 - invertebrados; 2 - vertebrados; 3 - peixes; 4 - carniças ou carcaças; 5 - frutos; 6 - néctar; 7 - sementes; 8 - vegetais em geral ou desconhecidos, quando não há uma identificação precisa do tipo de vegetal); estrato de forrageio, tratado como a proporção do tempo dispendido em cada estrato (9 - dentro da água; 10 - próximo da água; 11 - solo; 12 - sub-bosque; 13 - médio a alto níveis da vegetação; 14 - dossel; 15 - aéreo); e 16 - biomassa (gramas) como variável contínua.

Diferenças temporais nos níveis de diversidade alfa

Para determinar a diferença nos níveis de diversidade alfa das assembleias de aves entre os ciclos hidrológicos, calculamos por local, fase e ciclo hidrológico os valores das medidas de riqueza de espécies, abundância total, riqueza funcional (*FRic*) e uniformidade funcional (*FEve*) para cada amostra. *FRic* representa a quantidade do espaço funcional preenchido pela comunidade, e *FEve* descreve a regularidade da distribuição da abundância no espaço de características funcionais, em que os valores próximos a zero indicam distâncias funcionais muito irregulares entre as espécies e os valores próximos a 1 indicam distâncias muito constantes. *FRic* e *FEve* são medidas baseadas no espaço multivariado de traços funcionais e fornecem informações da posição e abundância das espécies (Villéger et al. 2008), e foram calculadas por meio da função *dbFD* no Pacote-R FD (Laliberté et al. 2015). Posteriormente, como forma de considerar as diferenças que ocorreram na estrutura taxonômica e funcional das assembleias de aves entre o antes e depois do evento extremo de incêndio, nós calculamos as diferenças em riqueza e abundância de espécies, *FRic* e *FEve* entre cada ponto amostrado em cada fase hidrológica no ciclo 2017-2018 e o mesmo ponto na fase correspondente do ciclo 2020-2021 (ex.: riqueza de espécies no ciclo 1 – riqueza de espécies no ciclo 2). Também calculamos a abundância relativa das aves para cada ciclo hidrológico, e gráficos de barra

foram utilizados para representar essa distribuição em cada categoria de dieta (tipo de item alimentar e quantidade de item alimentar) e de estrato de forrageio em cada ciclo hidrológico.

Diferenças temporais nos níveis de diversidade beta

Para calcular a proporção equivalente ao número de espécies em comum entre os ciclos hidrológicos, utilizamos o índice de Jaccard, que considera apenas a presença e ausência das espécies, e o índice de Bray-curtis, que considera também a abundância das espécies. Para avaliar as diferenças em composição de espécies e características funcionais das aves entre os ciclos hidrológicos, utilizamos medidas de dissimilaridade baseadas nos dados de ocorrência das espécies e dos traços funcionais. As dissimilaridades taxonômica e funcional foram calculadas par-a-par, entre cada ponto amostrado em cada fase hidrológica no ciclo 2017-2018 e o mesmo ponto na fase correspondente do ciclo 2020-2021. Dada a limitação da ferramenta disponível para obter os valores de dissimilaridade funcional baseado na abundância das espécies, optamos por considerar os dados de presença e ausência. A dissimilaridade total foi calculada como a beta diversidade total proposta por Baselga (2010) para as espécies e Villéger et al. (2013) para os traços funcionais. A beta diversidade total (β_{sor}) mede o quanto a composição das espécies ou traços funcionais variaram neste intervalo de tempo, contabilizando valores entre 0 (menor diferença) e 1 (maior diferença). É dividida em dois componentes: o Aninhamento (*Nestedness* ou β_{nes}), que ocorre quando as biotas de locais com menor número de espécies são subconjuntos das biotas de locais mais ricos, ou seja, representa a perda / ganho de espécies e de características funcionais entre as assembleias; e a Rotatividade (*Turnover* ou β_{sim}), que implica na substituição de espécies e de características funcionais entre as assembleias (Baselga 2010; Villéger et al. 2013).

Os valores de beta diversidade taxonômica foram calculados a partir da diferença de ocorrência das aves em cada local entre os ciclos. Os valores de beta diversidade funcional foram calculados a partir dos eixos principais obtidos em um espaço multivariado de traços funcionais, com as informações da posição e diferença na ocorrência das espécies (Villéger et al. 2008). Para isso,

calculamos a distância funcional de *Gower*, que é utilizada para os traços com diferentes unidades de medida, atribuindo um peso equivalente para as características. Em seguida, realizamos uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) da distância funcional para representação do espaço funcional preenchido pelas características das espécies. Posteriormente, selecionamos os três principais eixos para representar os traços funcionais das espécies, pois estes refletem as distâncias funcionais iniciais entre os pares de espécies das comunidades avaliadas, por meio da função *dbFD* no pacote-R *FD* (Laliberté et al. 2015). Para calcular os valores da comparação par-a-par das medidas de beta diversidade taxonômica, utilizamos a função *beta.temp*, e para calcular os valores de comparação par-a-par das medidas de beta diversidade funcional, utilizamos a função *functional.beta.pair*, ambas no pacote-R *betapart* (Baselga et al. 2021). Todos os cálculos foram conduzidos no ambiente R (R Core Team, 2019).

Análises estatísticas

Para avaliar as diferenças em nível de diversidade e composição entre os dois ciclos hidrológicos, nós usamos modelos mistos generalizados (GLMM). Primeiro, nós elaboramos um modelo geral para comparar os valores totais de riqueza de espécies e abundância das aves utilizando a distribuição *Poisson*, e dos valores de *FRic* e *FEve* utilizando a distribuição de *Gaussian* entre cada ciclo hidrológico. Para evitar fatores de confusão nestes modelos, construímos modelos independentes para as localidades afetadas diretamente, indiretamente e não afetadas pelo fogo, utilizando o ciclo hidrológico (2017-2018; 2020-2021), o tipo de habitat (Campo ou Floresta) e a interação desses fatores como efeitos fixos nos modelos. Os pontos de monitoramento foram incluídos como fator aleatório para controlar a dependência das amostras (Zuur et al. 2009).

Para avaliar a recuperação das assembleias de aves, construímos um modelo geral para cada uma das variáveis resposta de alfa e beta diversidade temporal: diferença em riqueza, diferença em abundância, diferença em riqueza funcional (*FRic*) e diferença em uniformidade funcional (*FEve*) entre os ciclos, dissimilaridade *Total* (β_{sor}) taxonômica e funcional, e seus componentes *Nestedness* (β_{nes}) e *Turnover* (β_{sim}). Como preditores, nós consideramos os

fatores: tipo de ambiente (Campo ou Floresta), categoria de impacto do fogo (Direto, Indireto ou Não Afetado), e tempo após os incêndios (*Time Since Fire - TSF*) correspondente à quantidade de meses no momento de cada amostragem (2, 4, 6 e 8 meses). No modelo geral de cada uma das variáveis respostas, incluímos os efeitos isolados e as interações entre os preditores como fatores fixos. O ponto de amostragem foi inserido como fator aleatório em todos os modelos, para controlar a dependência temporal das amostras (Zuur et al. 2009). Na construção desses modelos, consideramos a distribuição de *Gaussian* para os valores da diferença das medidas de riqueza, abundância, FRic e FEve entre os ciclos, por meio da função *lmer* do pacote-R *lme4* (Bates et al. 2015). Para as medidas de beta diversidade taxonômica e funcional, consideramos a distribuição de erros *Beta family*, por meio da função *glmmTMB* do pacote-R *glmmTMB* (Magnusson 2021). Os valores iguais a zero em *Nestedness* taxonômico e *Turnover* funcional foram convertidos em 0,00000001 para ajustar ao critério de distribuição beta ($0 < \text{valor} < 1$).

A partir dos modelos gerais de cada medida de diversidade e composição, geramos uma tabela de seleção de modelos com todas as combinações possíveis dos efeitos fixos, incluindo um modelo nulo e incluindo sempre o efeito aleatório, por meio da função *dredge* do R-pacote MuMIn (Barton e Barton 2020). Posteriormente, elaboramos um ranqueamento baseado no Critério de Informação Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc), e selecionamos como o melhor modelo aquele que obteve o menor valor dentro do grupo de $\Delta\text{AICc} < 4$. Por fim, calculamos as médias marginais estimadas e testamos as diferenças par-a-par entre os níveis dos preditores incluídos no melhor modelo com a função *emmeans* e *contrast* do pacote-R *emmeans* (Russell et al. 2022). Para visualização, construímos gráficos utilizando o pacote-R *ggplot2* (Wickham et al. 2021). Todas as análises foram conduzidas no ambiente R (R Core Team, 2019).

Resultados

Diferenças gerais entre os ciclos hidrológicos

Registramos 183 espécies e 34.799 indivíduos de aves durante o censo nos dois ciclos hidrológicos avaliados. No primeiro ciclo, foram registrados 12.452 indivíduos e 154 espécies, e no segundo ciclo foram 22.347 indivíduos de 168 espécies observadas (Tabela S1). A assembleia das aves entre os ciclos hidrológicos foi similar em 75% considerando o índice de Jaccard, e em 65% para o índice de Bray-Curtis. Dentre as espécies registradas, 15 foram exclusivas ao primeiro ciclo hidrológico e 29 ao segundo ciclo, representando respectivamente 8,2% e 15,8% da assembleia total das aves. Entre os tipos de habitat, 22 espécies foram registradas exclusivamente nas florestas e 19 nos campos, representando respectivamente 12% e 10,4% da assembleia das aves (Figura 2).

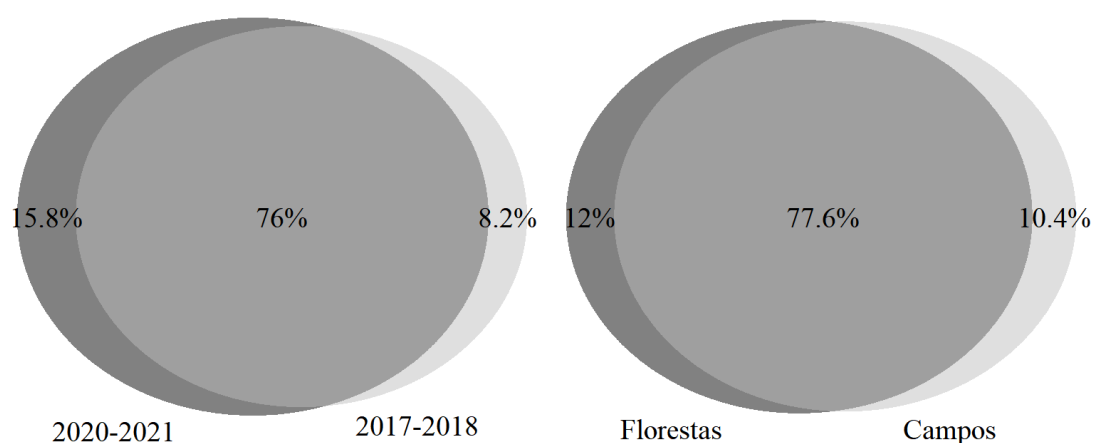


Figura 2 Diagrama evidenciando a proporção de espécies de aves em comum entre os ciclos hidrológicos de 2017-2018 e 2020-2021 e entre os tipos de habitats na planície de inundação do rio Paraguai.

A abundância relativa das aves entre os ciclos hidrológicos mostrou que espécies que consomem de um a dois tipos de itens alimentares predominaram no primeiro ciclo, enquanto no segundo ciclo, as aves que consomem mais de dois itens alimentares predominaram (Figura 3a). Aves que se alimentam de invertebrados se destacaram em ambos os ciclos. No segundo ciclo houve aumento da abundância relativa das aves que se alimentam de vertebrados e diminuição daquelas que se alimentam de frutos (Figura 3b). Com relação ao estrato de forrageio, observamos que houve aumento daquelas que utilizam o solo e ao redor da superfície da água, e redução daquelas que utilizam o bosque e sub-bosque no segundo ciclo em comparação com o primeiro (Figura 3c).

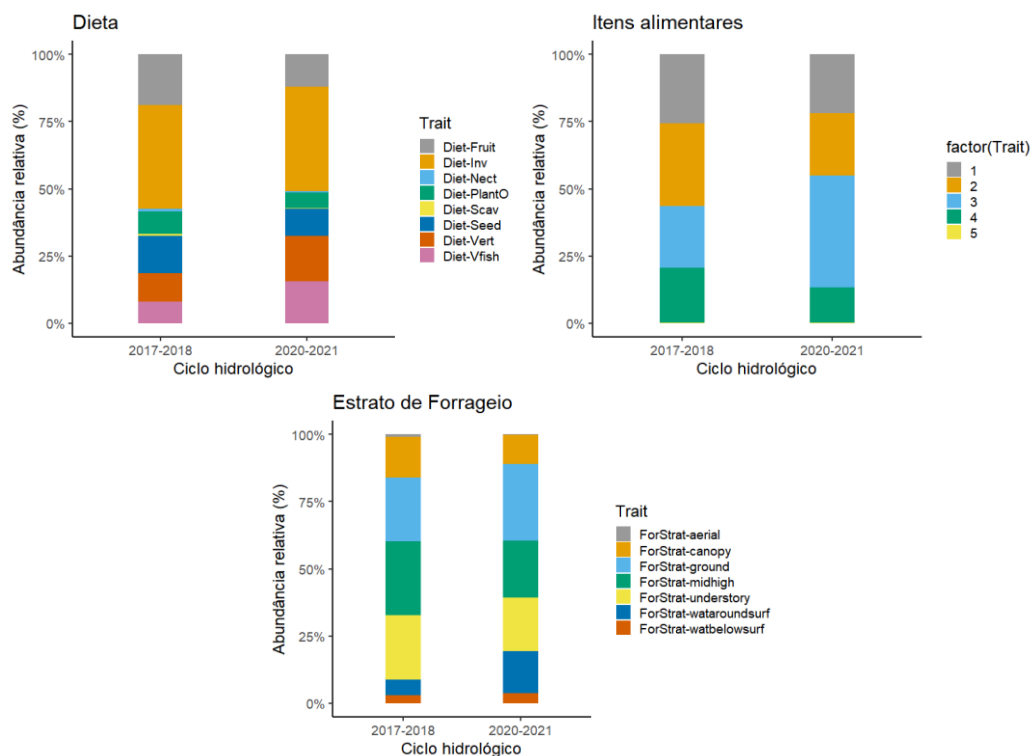


Figura 3 Abundância relativa das aves para cada traço funcional de dieta, quantidade de itens alimentares e estrato de forrageio entre os ciclos hidrológicos de 2017-2018 e 2020-2021 na planície de inundação do rio Paraguai.

De maneira geral, encontramos que a riqueza de espécies e abundância de aves foram significativamente maiores no segundo ciclo hidrológico quando comparado ao primeiro, e nos habitats florestais para todas as localidades quando comparado aos habitats de campos. Na interação dos habitats com os ciclos hidrológicos, encontramos que os habitats de campo obtiveram incremento na riqueza de espécies e abundância após os eventos extremos ocorridos no ciclo de 2020-2021 quando comparado ao ciclo de 2017-2018. Para a riqueza funcional, não encontramos diferenças entre os ciclos hidrológicos. A uniformidade funcional só apresentou diferença entre os ciclos hidrológicos nos locais afetados indiretamente pelo fogo em 2020, sendo maior em 2017-2018 (Tabela 1; Tabela S2).

Tabela 1 Valores estimados, Erro Padrão (SE), Z ou t, e p dos modelos mistos lineares generalizados (GLMMs) selecionados para a diversidade alfa taxonômica e funcional. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório.

Variável Resposta	Variável Explicativa	Estimate	Standard Error (SE)	Z ou T	p
<i>Locais afetados diretamente pelo fogo</i>					
Riqueza	(Intercept)	3,02175	0,04301	70,258	< 0,0001
	Ciclo (2020-2021)	0,2453	0,04903	5,003	< 0,0001
	Habitat (Florestas)	0,13051	0,05679	2,298	0,0215
	Ciclo (2020-2021):Habitat (Florestas)	-0,10777	0,06495	-1,659	0,0971
Abundância	(Intercept)	3,93957	0,1038	37,952	< 0,0001
	Ciclo (2020-2021)	0,95664	0,02604	36,736	< 0,0001
	Habitat (Florestas)	0,34129	0,13958	2,445	0,0145
	Ciclo (2020-2021):Habitat (Florestas)	-0,7889	0,0353	-22,348	< 0,0001
FRic	(Intercept)	0,017683	0,0002436	72,59	
FEve	(Intercept)	0,778315	0,003727	208,8	
<i>Locais afetados indiretamente pelo fogo</i>					
Riqueza	(Intercept)	3,11795	0,03326	93,746	< 0,0001
	Ciclo (2020-2021)	0,09491	0,04596	2,065	0,0389
Abundância	(Intercept)	4,05532	0,18791	21,581	< 0,0001
	Ciclo (2020-2021)	0,23559	0,06215	3,791	0,00015
	Habitat (Florestas)	0,01418	0,21005	0,068	0,94616
	Ciclo (2020-2021):Habitat (Florestas)	0,28747	0,06835	4,206	< 0,0001
FRic	(Intercept)	0,015743	0,0004434	35,51	
FEve	(Intercept)	0,781706	0,006101	128,136	
	Ciclo (2020-2021)	-0,029719	0,008628	-3,445	
<i>Locais não afetados pelo fogo</i>					
Riqueza	(Intercept)	2,91444	0,0377	77,307	< 0,0001
	Ciclo (2020-2021)	0,13174	0,03976	3,314	0,000921
	Habitat (Florestas)	0,2581	0,07954	3,245	0,001175

Abundância	Ciclo (2020-2021):Habitat (Florestas)	-0,14224	0,08261	-1,722	0,085111
	(Intercept)	3,84817	0,11405	33,741	< 0,0001
	ciclo2020-2021	0,77226	0,01983	38,952	< 0,0001
	Habitat (Florestas)	0,29389	0,25464	1,154	0,248
FRic	Ciclo (2020-2021):Habitat (Florestas)	-0,56954	0,04663	-12,215	< 0,0001
	(Intercept)	0,016467	0,0003786	43,49	
FEve	(Intercept)	0,758768	0,005409	140,3	

Recuperação das assembleias de aves

De acordo com os modelos construídos, as diferenças encontradas em riqueza de espécies e abundância das aves entre os ciclos hidrológicos foram afetadas pelas mudanças que ocorreram nos habitats em decorrência do impacto do fogo, sendo a abundância também influenciada pelo efeito do tempo após os incêndios. Por outro lado, as diferenças em uniformidade funcional foram mantidas (Tabela 2; Tabela S3). Encontramos que as diferenças em riqueza de espécies e abundância de aves foram maiores nos habitats de campo do que nos habitats florestais, e maiores nos locais afetados diretamente pelo fogo quando comparados aos locais afetados indiretamente e não afetados (Tabela 2).

A interação dos preditores nos modelos mostrou que nos habitats de campo essas diferenças em riqueza foram significativamente maiores nos locais afetados diretamente pelo fogo quando comparadas aos locais não afetados ($t = 2,10$; $p = 0,04$). Nos habitats florestais, os locais afetados diretamente pelo fogo também apresentaram maior diferença em riqueza de espécies do que os locais não afetados, mas essa diferença foi menor quando comparado aos locais afetados indiretamente. Já para a diferença em abundância, a interação dos preditores apontou que os menores valores foram nos locais afetados diretamente pelo fogo para ambos os tipos de habitats. Ao longo do tempo após os incêndios, houve aumento das diferenças em abundância para os habitats de campos em comparação com os habitats florestais (Figura 4). Encontramos que as diferenças em abundância foram reduzidas ao longo do tempo após os incêndios nos locais afetados diretamente pelo fogo quando comparado aos locais não afetados, mas foram maiores do que os locais afetados indiretamente (Tabela 2).

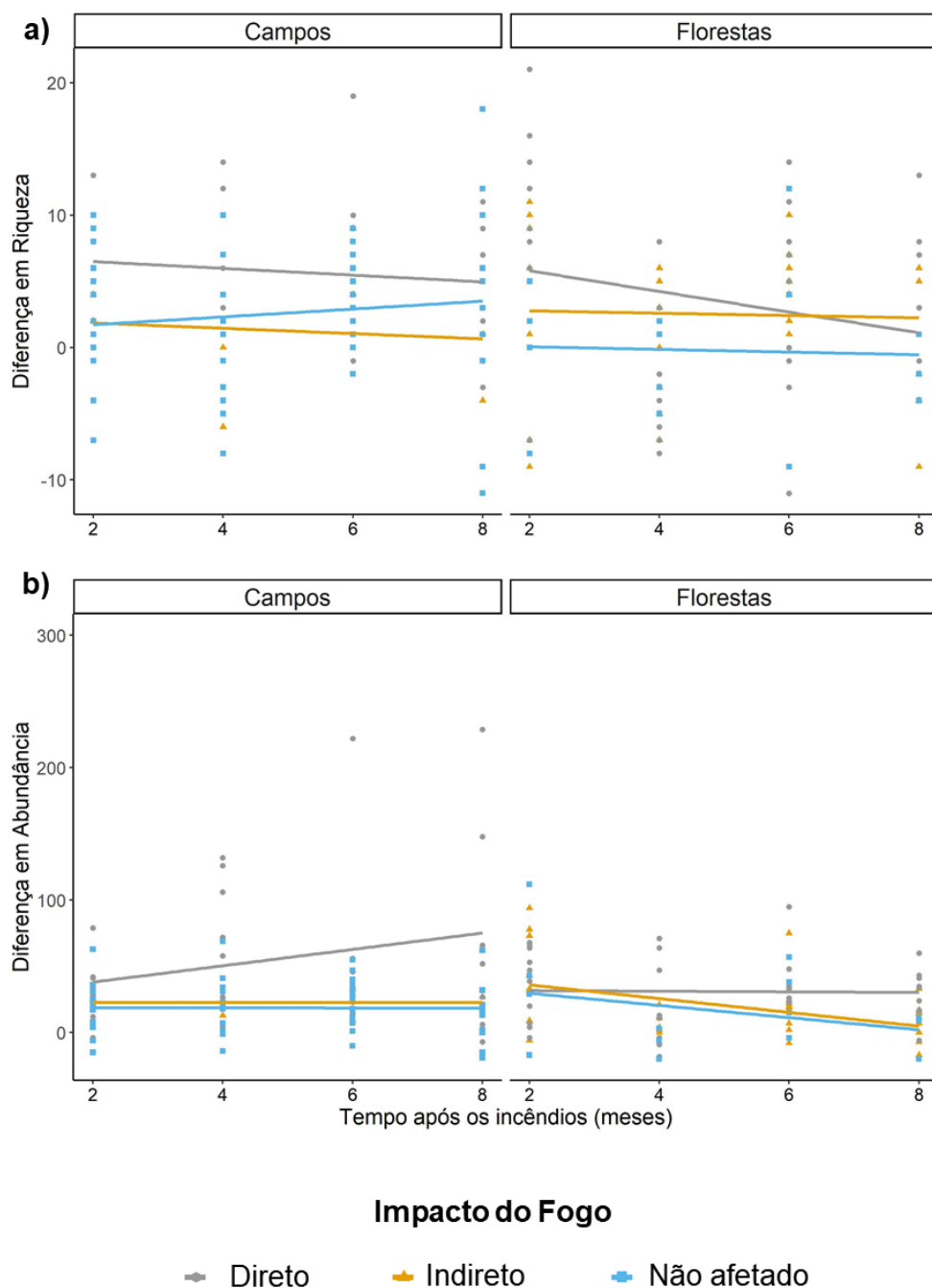


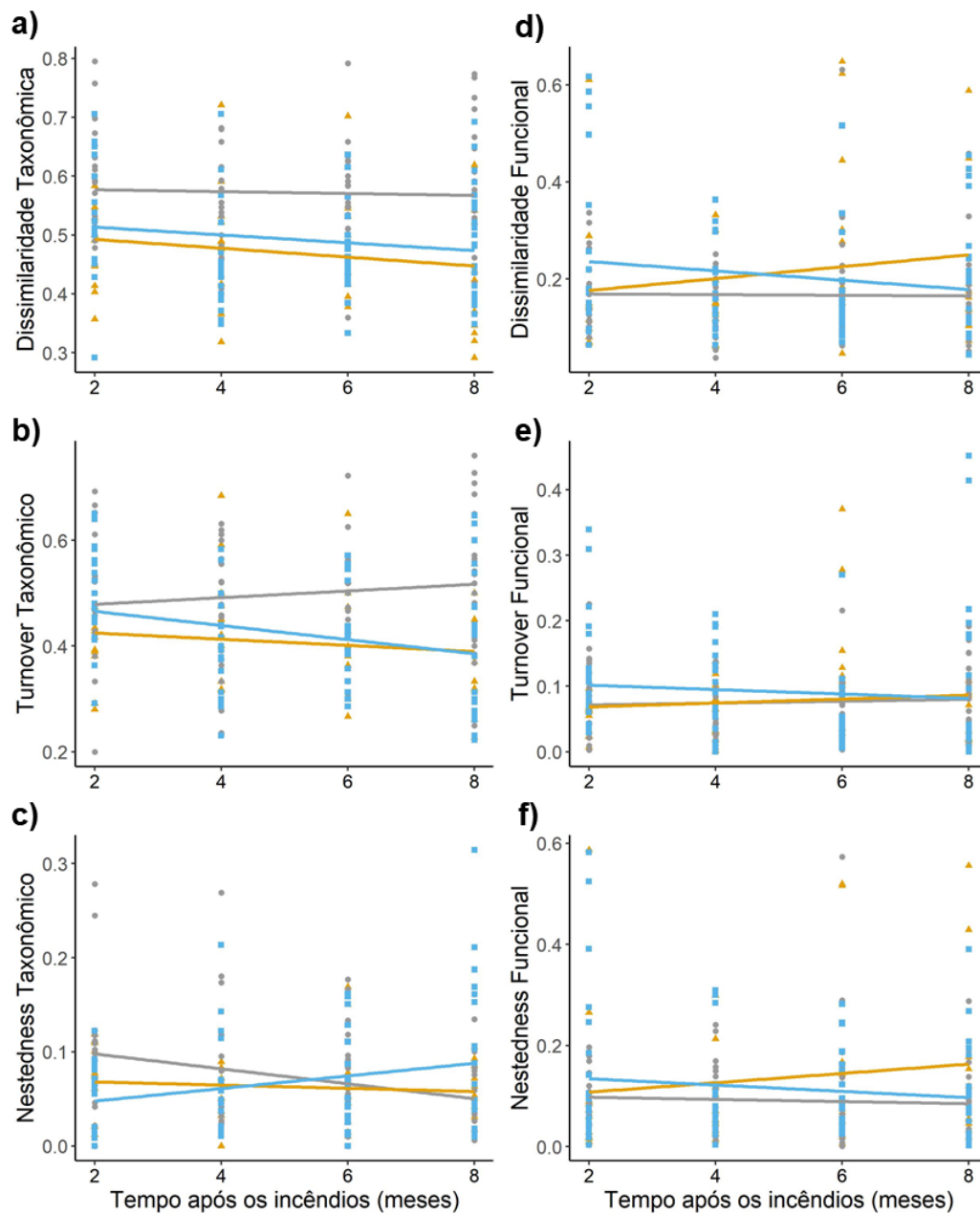
Figura 4 Diferença em riqueza de espécies e abundância das aves entre os ciclos hidrológicos 2017-2018 e 2020-2021 ao longo do tempo após os incêndios (TSF) para cada tipo de habitat e categoria de impacto do fogo na planície de inundação do rio Paraguai. Os valores preditos nos modelos foram suavizados para a representação gráfica.

A dissimilaridade na composição de espécies foi influenciada pelo impacto do fogo e pelo tempo após os incêndios, de acordo com os modelos construídos (Tabela S3). A β_{sor} taxonômica foi significativamente maior nos locais afetados diretamente pelo fogo, quando comparados com os locais afetados indiretamente e não afetados (Figura 5a). Contudo, essas diferenças foram

menores ao longo do tempo após os incêndios, revelando que há uma tendência à redução das diferenças na composição das assembleias de aves (Tabela 2; Tabela S4).

Os resultados encontrados para o componente β_{sim} taxonômica revelam que houve uma maior substituição de espécies nos locais afetados diretamente pelo fogo e não afetados do que nos locais afetados indiretamente, com tendência ao aumento desses valores ao longo do tempo após os incêndios (Tabela 2; Figura 5b). O aumento do β_{sim} taxonômica nos locais afetados diretamente foi significativamente maior quando comparado aos locais afetados indiretamente ($t = 4,01$; $p = 0,0002$) e significativamente menor quando comparado aos locais não afetados ($t = 3,96$; $p = 0,0003$). Encontramos que o efeito do fogo e tempo após os incêndios para o componente β_{nes} taxonômica possibilitou maior aninhamento das assembleias nos locais afetados diretamente, com uma tendência a redução dessas diferenças ao longo do tempo (Figura 5c). Por outro lado, observamos que nos locais afetados indiretamente e não afetados pelo fogo, a contribuição do aninhamento foi maior ao longo do tempo (Tabela 2).

O componente β_{sim} foi a única medida de dissimilaridade funcional influenciada pelos preditores, em que o impacto do fogo e o tempo após os incêndios afetaram na substituição de características funcionais das espécies (Tabela S3). Os locais afetados diretamente pelo fogo apresentaram menores valores de β_{sim} funcional quando comparado aos locais afetados indiretamente e não afetados (Figura 5e). Encontramos tendência de aumento da substituição de características funcionais ao longo do tempo após os incêndios, sendo essas observadas para os locais afetados diretamente pelo fogo quando comparado aos demais locais (Tabela 2).



Impacto do Fogo

—●— Direto —▲— Indireto —■— Não afetado

Figura 5 Diferenças em composição taxonômica e funcional de aves entre os ciclos hidrológicos ao longo do tempo após os incêndios (TSF) para cada categoria de impacto do fogo na planície de inundação do rio Paraguai. Os valores preditos nos modelos foram suavizados para a representação gráfica.

Tabela 2 Valores estimados, Erro Padrão (SE), Z ou t dos modelos mistos lineares generalizados (GLMMs) selecionados para as diferenças na diversidade alfa taxonômica e funcional, e para os componentes de diversidade beta taxonômica e funcional. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório.

Variável Resposta	Variável Explicativa	Estimate	Standard Error (SE)	Z ou T	p
Diferença em Riqueza de espécies	(Intercept)	5,7222	1,1856	4,826	
	Fogo (Indireto)	-4,4722	2,7805	-1,608	
	Não Afetado	-3,1128	1,482	-2,1	
	Habitat (Florestas)	-2,2677	1,5987	-1,418	
	Fogo (Indireto):Habitat (Florestas)	3,5177	3,2346	1,088	
	Não Afetado:Habitat (Florestas)	-0,5917	2,5513	-0,232	
Diferença em Abundância	(Intercept)	77,087	97,992	0,787	
	Fogo (Indireto)	-53,543	161,744	-0,331	
	Não Afetado	-135,579	117,09	-1,158	
	Habitat (Florestas)	-30,568	115,476	-0,265	
	TSF	2,749	17,282	0,159	
	Fogo (Indireto):Habitat (Florestas)	104,2	126,089	0,826	
	Não Afetado:Habitat (Florestas)	24,028	99,454	0,242	
	Fogo (Indireto):TSF	-4,383	24,011	-0,183	
	Não Afetado:TSF	22,477	20,369	1,103	
	Habitat (Florestas):TSF	-9,358	19,443	-0,481	
Diferença em FRic	(Intercept)	0,00055	0,0004336	1,267	
Diferença em FEve	(Intercept)	0,020664	0,004864	4,24	
β total taxonômica	(Intercept)	0,38796	0,07485	5,183	< 0,0001
	Fogo (Indireto)	-0,4103	0,07759	-5,288	< 0,0001
	Não Afetado	-0,31672	0,06342	-4,994	< 0,0001
	TSF	-0,0191	0,0119	-1,605	0,109
β sim taxonômica	(Intercept)	-0,14723	0,12044	-1,222	0,22155
	Fogo (Indireto)	-0,0946	0,20925	-0,452	0,65119
	Não Afetado	0,12442	0,17098	0,728	0,46679

	TSF	0,02713	0,02179	1,245	0,21303
	Fogo (Indireto):TSF	-0,05293	0,0379	-1,397	0,16255
	Não Afetado:TSF	-0,08251	0,03108	-2,655	0,00793
β nes taxonômica	(Intercept)	-2,16744	0,24461	-8,861	< 0,0001
	Fogo (Indireto)	-1,09962	0,49596	-2,217	0,026613
	Não Afetado	-1,19339	0,36329	-3,285	0,00102
	TSF	-0,0857	0,04269	-2,008	0,044669
	Fogo (Indireto):TSF	0,15522	0,08538	1,818	0,069081
	Não Afetado:TSF	0,20994	0,06112	3,435	0,000593
	(Intercept)	-1,4101	0,05051	-27,92	< 0,0001
β sim funcional	(Intercept)	-2,60685	0,24057	-10,836	< 0,0001
	Fogo (Indireto)	0,10461	0,38411	0,272	0,78535
	Não Afetado	0,8775	0,32228	2,723	0,00647
	TSF	0,03886	0,04176	0,931	0,35203
	Fogo (Indireto):TSF	-0,02558	0,06729	-0,38	0,70388
	Não Afetado:TSF	-0,19256	0,05925	-3,25	0,00115
	(Intercept)	-2,08959	0,08282	-25,23	< 0,0001
β nes funcional	(Intercept)	-2,08959	0,08282	-25,23	< 0,0001

Discussão

Nossos resultados revelam que houve uma mudança significativa na estrutura e na composição das assembleias de aves após a ocorrência de eventos extremos de seca com episódio de incêndios sobre a vegetação nativa e biodiversidade. Contrariando nossa hipótese inicial, a alfa diversidade taxonômica foi maior no segundo ciclo hidrológico para todas as localidades, e não houve alteração na riqueza funcional das assembleias. Esse acréscimo pode estar relacionado com a menor proporção atingida pelo fogo na área monitorada se comparada a região de entorno, as quais foram completamente devastadas pelos incêndios, tornando esta área protegida um importante refúgio para a biodiversidade. A distribuição da abundância das espécies e suas características funcionais se mostrou menos uniforme no segundo ciclo hidrológico, com a dominância de alguns traços. Este resultado se associa ao aumento na abundância relativa de aves aquáticas que estão associadas aos traços funcionais de dieta por peixes e outros vertebrados e daquelas que forrageiam no solo e ao redor dos corpos d'água, que foi observado no segundo ciclo hidrológico após as primeiras chuvas.

Encontramos que o impacto do fogo influenciou nas diferenças em riqueza de espécies e abundância de aves que ocorreram de um ciclo hidrológico para o outro. A dissimilaridade entre os ciclos foi influenciada pelo impacto do fogo e pelo tempo após os incêndios, e está relacionada principalmente à substituição de espécies e características funcionais nos locais afetados diretamente pelos incêndios. Por outro lado, observamos que há uma tendência de diminuição dessas diferenças em composição taxonômica quando considerada a contribuição do aninhamento das assembleias ao longo do tempo. A dissimilaridade funcional foi mais baixa e variou menos do que a dissimilaridade taxonômica, indicando que, para os traços funcionais que utilizamos, pode haver uma dinâmica compensatória que gera estabilidade funcional da comunidade mesmo após uma perturbação extrema (de Bello et al. 2021).

Essa maior estabilidade funcional pode estar relacionada ao elevado grau de conservação da área comparada as áreas adjacentes, o que contribui para a manutenção da variedade e disponibilidade de recursos, permitindo que as espécies com características ecológicas similares compartilhem o mesmo nicho.

No entanto, ressaltamos a tendência de aumento na substituição dessas características funcionais nas localidades ao longo do tempo após os incêndios. Dessa forma, é imprescindível acompanhar a reestruturação e recomposição das assembleias em longo prazo, para verificar se o impacto desses eventos se mantém ao longo do tempo e como as assembleias poderiam responder em caso de maior frequência e intensidade dos incêndios. Mudanças na disponibilidade de recursos podem promover maior ou menor competição a depender do grupo funcional, o que afetaria diretamente no papel ecológico desempenhado pelas espécies devido a redundância funcional estabelecida na comunidade (Luck et al. 2013).

Efeitos das mudanças nos habitats sobre as assembleias

Entre os ciclos hidrológicos, encontramos que os tipos de habitats explicaram a variação na riqueza de espécies e abundância, dentre todas as medidas avaliadas. Isso indica que a estrutura funcional e a composição das assembleias dos dois tipos de habitats respondem aos efeitos do impacto do fogo e se recuperam ao longo do tempo de forma similar. Os habitats de campo apresentaram maior variação na diferença em riqueza das espécies entre os ciclos do que os habitats florestais, e isso pode estar associado com a configuração e composição heterogênea neste habitat que é possibilitada pela redução da dominância de formas de vida e de vegetação mais alta em habitats campestres após estes eventos (Beal-Neves et al. 2020).

A riqueza e abundância de aves nos habitats de campo se mostrou mais resiliente em comparação com os habitats florestais após os eventos de seca e incêndios, com o incremento e manutenção da diversidade ao longo do tempo. Por outro lado, nos habitats florestais diretamente afetados a diferença em riqueza foi reduzida e a diferença em abundância foi mantida ao longo do tempo após os incêndios, sugerindo que houve manutenção das espécies mais adaptadas à habitats alterados. Em florestas inundáveis no Pantanal, a estrutura das assembleias não altera de maneira significativa após os efeitos do fogo de menor intensidade e em escalas locais no decorrer de sua regeneração, mas pode favorecer em longo prazo as espécies mais generalistas (Ubaid 2014). Habitats florestais demoram mais para regenerar após os distúrbios quando

comparado aos habitats de campo, pois o crescimento e estabelecimento das espécies lenhosas que formam os ambientes florestais no Pantanal são influenciados por fatores como a precipitação e eventos climáticos (Gris et al. 2020). Contudo, variações anuais e plurianuais de inundação, seca e episódios de incêndios podem promover ou dificultar a germinação do banco de sementes no solo, que tendem a favorecer as espécies de plantas herbáceas e aquáticas (de Oliveira et al. 2019; Kohagura et al. 2020). Ainda, a propagação por reprodução vegetativa por clonagem ou rebrota também pode ser outro fator que favorece o estabelecimento das plantas herbáceas e aquáticas após estes distúrbios (Gibson 2009), possibilitando esta tendência de reestruturação das assembleias de aves associadas a estes habitats de campo.

Impactos do fogo sobre as assembleias

O aumento na riqueza taxonômica observado nos habitats de campo após esses distúrbios pode estar relacionado ao mosaico formado na paisagem, que é influenciado pela proporção e intensidade dos incêndios em cada localidade (Martin e Sapsis 1991), sejam elas afetadas diretamente, indiretamente ou não afetadas pelo fogo. Efeitos de primeira e segunda ordem após a ocorrência de incêndios levam a mudanças na disponibilidade de alimento, que podem ser sentidas de forma indireta no caso da recomposição dos habitats ao longo do tempo, ou diretas com efeito positivo, mas de curto prazo. Por exemplo, em habitats aquáticos, as alterações limnológicas em decorrência desses eventos ocasionam em mortalidade e vulnerabilidade de vertebrados e invertebrados que vivem nos corpos d'água, possibilitando assim um aumento efêmero de fontes alimentares para vertebrados terrestres (Engstrom 2010). Ainda, algumas aves de rapina costumam ser atraídas para áreas recém queimadas devido a vulnerabilidade de suas presas (Sick 1997), e aves insetívoras (e.g., Picidae) também podem ser favorecidas quanto à exploração de recursos e nidificação em árvores e arbustos secos após a queima (Jones e Tingley 2021).

Houve impacto do fogo sobre a diversidade taxonômica das aves nesta planície de inundação, pois os locais diretamente afetados apresentaram maiores diferenças em alfa diversidade e maior dissimilaridade do que aqueles afetados indiretamente e não afetados, especialmente pela substituição de

espécies e com aumento da substituição de características funcionais. Portanto, este é um padrão distinto das queimadas de quando o fogo é um agente natural em savanas tropicais, as quais tendem a ser benéficas para a manutenção da diversidade taxonômica de aves (dos Reis et al. 2016), bem como das matas secas no Pantanal (Ubaid 2014) e áreas úmidas em zonas temperadas (Heim et al. 2019; Walesiak et al. 2022) onde há uma redução da diversidade de espécies. Além disso, ao contrário de outros ecossistemas tropicais (Beal-Neves et al. 2020; Joner et al. 2021), o fogo intenso em savanas inundáveis pode não ser considerado benéfico em longo prazo para a diversidade funcional de aves, mas sim, favorecer as espécies mais generalistas e aquelas adaptadas aos habitats não inundáveis.

Efeitos do tempo após os incêndios (TSF)

O tempo após os incêndios influenciou significativamente na mudança que ocorreu na estrutura e composição da assembleia de aves entre os ciclos hidrológicos, com uma tendência ao reestabelecimento da composição de espécies. Ressaltamos que houve aumento da substituição de espécies e características ecológicas nos locais afetados diretamente pelo fogo ao longo do tempo. A área avaliada em nosso estudo apresenta um histórico de fogo conhecido para as mesmas localidades em que os incêndios ocorreram em 2020. No ano de 2011, cerca de 35,82% da EET foram afetadas diretamente pelo fogo, e 10 km no raio do entorno desta área protegida foram queimados, devastando 35.000 hectares (Brasil 2017). O histórico dos incêndios é considerado um importante modulador da resposta das espécies, sejam elas negativas ou positivas (González et al. 2022). Tal fato pode justificar a tendência a reestruturação e recomposição das assembleias nas localidades afetadas diretamente pelo fogo ao longo do tempo após os incêndios.

As variações temporais nos padrões hidrológicos e nas características limnológicas no rio Paraguai têm mostrado uma tendência de seca, e isso têm aumentado a riqueza de espécies de macrófitas aquáticas em favor das formas de vida mais adaptadas à essas condições, como as gramíneas e não gramíneas emergentes e espécies anfíbias (de Moraes et al. 2022). Essas variações temporais também podem afetar a estrutura e composição de aves, ampliando

o número de nichos e permitindo a ocorrência de aves adaptadas aos ambientes mais secos como *Crypturellus undulatus* (jaó) e *Syrigma sibilatrix* (maria-faceira), que foram registradas exclusivamente no segundo ciclo. Por se tratar de uma planície de inundação, é fato que essas mudanças podem descaracterizar esse sistema ecológico em longo prazo.

Apesar do pouco volume d'água do rio Paraguai observado no ciclo hidrológico de 2020-2021, a tendência a reestruturação e recomposição taxonômica das assembleias de aves ao longo do tempo reflete as mudanças sazonais ocorridas após as primeiras chuvas, com retomada do regime de inundação. Sabe-se que alta diversidade nos ecossistemas é mantida quando a composição das espécies passa por mudanças em níveis intermediários de perturbação (Connell 1978), mas os impactos ocasionados por eventos extremos podem afetar de maneira irreversível a biodiversidade (Tomas et al. 2021). Os resultados ao longo do intervalo de tempo avaliado aqui nos mostraram alguns padrões, mas os efeitos desses eventos extremos são pouco previsíveis em curto prazo no nível de populações e assembleias biológicas em locais com regime de inundação alterado, principalmente quando considerado também os aspectos funcionais das espécies envolvidas. A substituição de características ecológicas em longo prazo pode levar a perda de funções essenciais em ecossistemas de áreas úmidas.

Considerações finais

De maneira geral, encontramos a maior parte das espécies na área e uma estabilidade funcional após os eventos extremos de seca e incêndios. Em curto prazo, houve certa resiliência da diversidade taxonômica das aves nestes primeiros meses, mas observamos tendência a substituição de espécies e de características funcionais promovidas pelo impacto do fogo e tempo após os incêndios. A diversidade funcional é fator chave para a manutenção e restauração dos habitats, e essas alterações nas assembleias em longo prazo podem levar a uma descaracterização ambiental e perda de serviços ecossistêmicos associados às áreas úmidas.

Vale ressaltar que alguns fatores devem ser considerados na aplicação para conservação a partir de nossos resultados, como a escolha dos traços

funcionais utilizados nas análises e a limitação espacial dos locais de amostragem para detecção das espécies. Estudos realizados em curto prazo podem ocultar possíveis impactos nas respostas taxonômicas e funcionais das aves, e em processos que não foram aprofundados aqui, como a dinâmica populacional, *fitness*, comportamento, interações ecológicas e competição intra/interespecíficas. Portanto, é fundamental o monitoramento dessas localidades em longo prazo para melhor compreensão desses efeitos, especialmente nos locais diretamente afetados. Os cenários atuais mostram uma tendência de seca cada vez mais severa e temperaturas cada vez mais elevadas (Marengo et al. 2015; Thielen et al. 2020), e sugerimos que as ações de manejo integrado do fogo considerem acompanhar a reestruturação e recomposição da biodiversidade nos locais atingidos pelos incêndios. Além disso, é fundamental possibilitar a criação de refúgios para as espécies em ambos os tipos de habitats ao promover queima prescrita e/ou manutenção de aceiros e ações de prevenção e combate ao fogo.

Referências

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Zeitschrift* 22:711–728 . <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Anderson MJ, Crist TO, Chase JM, Vellend M, Inouye BD, Freestone AL, Sanders NJ, Cornell H V., Comita LS, Davies KF, Harrison SP, Kraft NJB, Stegen JC, Swenson NG (2011) Navigating the multiple meanings of β diversity: A roadmap for the practicing ecologist. *Ecol Lett* 14:19–28 . <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>
- Barbosa da Silva FH, Nunes da Cunha C, Overbeck GE (2020) Seasonal Dynamics of Flooded Tropical Grassland Communities in the Pantanal Wetland. *Wetlands* 40:1257–1268 . <https://doi.org/10.1007/s13157-020-01281-w>
- Barton K, Barton MK (2020) MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. Version 1:18
- Baselga A (2010) Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Glob Ecol Biogeogr* 19:134–143 . <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Baselga A, Orme D, Villeger S, De Bortoli J, Leprieur F, Logez M, Henriques-Silva R (2021) Package “betapart” Type Package Title Partitioning Beta Diversity into Turnover and Nestedness Components
- Bates D, Mächler M, Bolker BM, Walker SC (2015) Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J Stat Softw* 67: . <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Beal-Neves M, Chiarani E, Ferreira PMA, Fontana CS (2020) The role of fire disturbance on habitat structure and bird communities in South Brazilian Highland Grasslands. *Sci Rep* 10: . <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76758-z>
- Brawn JD, Robinson SK, Iii FRT (2001) The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annu Rev Ecol Syst* 32:251–276
- Brasil (2017) Plano de Manejo da Estação Ecológica de Taiaçu. ICMBio/MMA, Brasília, DF
- Catani G, da Silva DM, Suárez YR, Scremin-Dias E (2018) Effects of Flood Pulse Dynamics on Functional Diversity of Macrophyte Communities in the Pantanal Wetland. *Wetlands* 1–17 . <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1050-5>
- Connell JH (1978) Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science* (80-) 199:1302–1310 . <https://doi.org/10.1126/science.1226867>
- Da Silva CJ, Silva Sousa KN, Ikeda-Castrillon SK, Lopes CRAS, da Silva Nunes JR, Carniello MA, Mariotti PR, Lazaro WL, Morini A, Zago BW, Façanha CL, Albernaz-Silveira R, Loureiro E, Viana IG, Oliveira RF de, Alves da Cruz WJ, de Arruda JC, Sander NL, de Freitas Junior DS, Pinto VR, de Lima AC, Jongman RHG (2015) Biodiversity and its drivers and pressures of change in the wetlands of the Upper Paraguay-Guaporé Ecotone, Mato Grosso (Brazil). *Land use policy* 47:163–178 . <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.04.004>
- de Bello F, Lavorel S, Hallett LM, Valencia E, Garnier E, Roscher C, Conti L, Galland T, Goberna M, Májeková M, Montesinos-Navarro A, Pausas JG, Verdú M, E-Vojtkó A, Götzenberger L, Lepš J (2021) Functional trait effects

- on ecosystem stability: assembling the jigsaw puzzle. *Trends Ecol Evol* 36:822–836 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.05.001>
- de Deus FF, Schuchmann K-L, Arieira J, de Oliveira Tissiani AS, Marques MI (2020a) Avian Beta Diversity in a Neotropical Wetland: the Effects of Flooding and Vegetation Structure. *Wetlands*. <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01240-0>
- de Deus FF, Schuchmann K-L, Marques MI (2020b) Seasonality in the Brazilian Pantanal influences avian functional diversity. *Stud Neotrop Fauna Environ* 1–11
- de Moraes M, Abdo MSA, dos Santos C, Sander NL, da Silva Nunes JR, Lázaro WL, da Silva CJ (2022) Long-term analysis of aquatic macrophyte diversity and structure in the Paraguay River Ecological Corridor, Brazilian Pantanal Wetland. *Aquat Bot* 178:103500 . <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103500>
- de Oliveira PC, da Silva FHB, Cunha CN da (2019) Effect of fire on the soil seed bank of neotropical grasslands in the pantanal wetland. *Oecologia Aust* 23:904–916 . <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2304.14>
- dos Reis MG, Fieker CZ, Dias MM (2016) The influence of fire on the assemblage structure of foraging birds in grasslands of the Serra da Canastra National Park, Brazil. *An Acad Bras Cienc* 88:891–901 . <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150177>
- Duane A, Castellnou M, Brotons L (2021) Towards a comprehensive look at global drivers of novel extreme wildfire events. *Clim Change* 165:1–21 . <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03066-4>
- Engstrom RT (2010) First-order fire effects on animals: Review and recommendations. *Fire Ecol* 6:115–130 . <https://doi.org/10.4996/fireecology.0601115>
- Frota AVB da, Ikeda-castrillon SK, Kantek DLZ, Da Silva CJ (2017) Macrohabitats da Estação Ecológica de Taiaí, no contexto da Área Úmida Pantanal mato-grossense, Brasil. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Cienc Nat* 12:239–254
- Frota AVB da, Vitorino BD, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Nunes JR da S (2020) Bird community structure in macrohabitats of the aquatic-terrestrial transition zone in the Pantanal wetland, Brazil. *Oecologia Aust* 24:615–634
- Garcia LC, Szabo JK, de Oliveira Roque F, de Matos Martins Pereira A, Nunes da Cunha C, Damasceno-Júnior GA, Morato RG, Tomas WM, Libonati R, Ribeiro DB (2021) Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans. *J Environ Manage* 293:112870 . <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112870>
- Gibson DJ (2009) *Grasses and grassland ecology*. Oxford University Press, New York
- González TM, González-Trujillo JD, Muñoz A, Armenteras D (2022) Effects of fire history on animal communities: a systematic review. *Ecol Process* 11: . <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00357-7>
- Gotelli NJ, Shimadzu H, Dornelas M, McGill B, Moyes F, Magurran AE (2017) Community-level regulation of temporal trends in biodiversity
- Green AJ, Elmberg J (2013) Ecosystem services provided by waterbirds. *Biol Rev*. <https://doi.org/10.1111/brev.12045>
- Gris D, Paixão E, Arruda RCO, Ishii IH, Maria RM, Damas GA (2020) Growth

- and establishment of monodominant stands affected by ENSO and flooding in the Pantanal. *Sci Rep* 10:1–13 . <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60402-x>
- Hardesty J, Myers R, Fulks W (2005) Fire, ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *Fire Manag* 22:78–87
- Heim RJ, Hölzel N, Heinken T, Kamp J, Thomas A, Darman GF, Smirenski SM, Heim W (2019) Post-burn and long-term fire effects on plants and birds in floodplain wetlands of the Russian Far East. *Biodivers Conserv* 28:1611–1628 . <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01746-3>
- Jarzyna MA, Jetz W (2018) Taxonomic and functional diversity change is scale dependent. *Nat Commun* 9: . <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04889-z>
- Joner F, Giehl ELH, Pillar VD (2021) Functional and taxonomic alpha and beta diversity responses to burning grasslands in southern Brazil. *J Veg Sci* 32:1–13 . <https://doi.org/10.1111/jvs.13060>
- Jones GM, Tingley MW (2021) Pyrodiversity and biodiversity: A history, synthesis, and outlook. *Divers Distrib* 386–403 . <https://doi.org/10.1111/ddi.13280>
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 106:110–127 . <https://doi.org/citeulike-article-id:3662134>
- Junk WJ, Da Cunha CN, Wantzen KM, Petermann P, Strüssmann C, Marques MI, Adis J (2006) Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquat Sci* 68:278–309 . <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0851-4>
- Junk WJ, Wantzen KM (2005) The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications - an update. 117–149
- Kohagura T da C, Souza EB de, Bao F, Ferreira FA, Pott A (2020) Flood and fire affect the soil seed bank of riparian forest in the Pantanal wetland. *Rodriguesia* 71: . <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071013>
- Laliberté E, Legendre P, Shipley B (2015) FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. *R Packag* Version 1.0-12
- Lázaro WL, Oliveira-Júnior ES, da Silva CJ, Castrillon SKI, Muniz CC (2020) Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: An overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnol Bras* 32:1–8 . <https://doi.org/10.1590/s2179-975x7619>
- Libonati R, Dacamara CC, Peres L, Carvalho LAS de, Garcia LC (2020) Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature* 588:217–219 . <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>
- Libonati R, Belém LBC, Rodrigues JA, Santos FLM, Sena CAP, Pinto MM, Carvalho IA (2021) Sistema ALARMES – Alerta de área queimada Pantanal, situação final de 2020. 13p, Rio de Janeiro, Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais - UFRJ.
- Luck GW, Carter A, Smallbone L (2013) Changes in Bird Functional Diversity across Multiple Land Uses: Interpretations of Functional Redundancy Depend on Functional Group Identity. *PLoS One* 8: . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063671>
- Luck GW, Lavorel S, McIntyre S, Lumb K (2012) Improving the application of vertebrate trait-based frameworks to the study of ecosystem services. *J*

- Anim Ecol 81:1065–1076 . <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01974.x>
- Lundberg J, Moberg F (2003) Mobile link organisms and ecosystem functioning: Implications for ecosystem resilience and management. *Ecosystems* 6:87–98 . <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0150-4>
- Lyashevskaya O, Farnsworth KD (2012) How many dimensions of biodiversity do we need? *Ecol Indic* 18:485–492 . <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.016>
- Magnusson A (2021) Package ‘ glmmTMB ’
- Magurran AE, Dornelas M, Moyes F, Henderson PA (2019) Temporal β diversity—A macroecological perspective. *Glob Ecol Biogeogr* 28:1949–1960 . <https://doi.org/10.1111/geb.13026>
- Marengo JA, Cunha AP, Cuartas LA, Leal KRD, Broedel E, Seluchi ME, Michelin CM, Flávia C, Baião DP, Ângulo EC, Almeida EK (2021) Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019 – 2020 : Characterization , Causes , and Impacts. *Front Water* 3: . <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>
- Marengo JA, Oliveira GS, Alves LM (2015) Climate Change Scenarios in the Pantanal. In: Bergier I, Assine ML (eds) *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Hdb Env Chem, Switzerland, pp 95–100
- Martin RE, Sapsis DB (1991) Fires as agents of biodiversity: pyrodiversity promotes biodiversity. *Symp. Biodivers. Northwest. Calif.* 150–157
- Martins BAA, Castrillon SKI, Sander NL, Neto AMO, Lázaro WL, Da Silva CJ, Moraes FF de, Pedrosa JA (2020) Efeito da inundação sobre comunidades arbóreas em floresta poliespecífica na Estação Ecológica de Taiamã (Sítio Ramsar), Pantanal Matogrossense. *Res Soc Dev* 9:2–27 . <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5808>
- Mouillot D, Graham NAJ, Villéger S, Mason NWH, Bellwood DR (2013) A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends Ecol Evol* 28:167–177 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.004>
- Naeem S, Prager C, Weeks B, Varga A, Flynn DFB, Griffin K, Muscarella R, Palmer M, Wood S, Schuster W (2016) Biodiversity as a multidimensional construct: A review, framework and case study of herbivory’s impact on plant biodiversity. *Proc R Soc B Biol Sci* 283: . <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.3005>
- Oliveira HS, dos Anjos L (2022) Silent changes in functionally stable bird communities of a large protected tropical forest monitored over 10 years. *Biol Conserv* 265: . <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109407>
- Olivo-Neto AM, da Silva CJ, Ikeda-Castrillon SK, Lázaro WL, Damasceno-junior GA, Gris D, Pereira TDC, Sander NL (2020) Spatial distribution of single specie dominant forests of *Erythrina fusca* Lour. at the Taiamã Ecological Station, Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Trop Ecol.* <https://doi.org/10.1007/s42965-020-00081-x>
- Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC, D’Amico JA, Itoua I, Strand HE, Morrison JC, Loucks CJ, Allnutt TF, Ricketts TH, Kura Y, Lamoreux JF, Wettengel WW, Hedao P, Kassem KR (2001) Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *Bioscience* 51:933–938 . [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0933:TEOTWA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0933:TEOTWA]2.0.CO;2)
- Petchey OL, Gaston KJ (2006) Functional diversity: Back to basics and looking

- forward. *Ecol Lett* 9:741–758 . <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- Pivello VR, Vieira I, Christianini A V., Ribeiro DB, da Silva Menezes L, Berlinck CN, Melo FPL, Marengo JA, Tornquist CG, Tomas WM, Overbeck GE (2021) Understanding Brazil's catastrophic fires: Causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspect Ecol Conserv* 19:233–255 . <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.005>
- R Development Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org/>.
- Russell A, Lenth V, Buerkner P, Herve M, Love J, Singmann H, Lenth MR V (2022) Package ' emmeans ' R topics documented : 34:216–221 . <https://doi.org/10.1080/00031305.1980.10483031>>.License
- Sekercioglu CH (2006) Increasing awareness of avian ecological function. *Trends Ecol Evol* 21:464–471 . <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007>
- Sick H (1997) *Ornitologia Brasileira*, 2nd edn. Nova Fronteira, Rio de Janeiro
- Signor CA, Pinho JB (2011) Spatial diversity patterns of birds in a vegetation mosaic of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. *Zool* 28:725–738 . <https://doi.org/10.1590/S1984-46702011000600005>
- Thielen D, Schuchmann KL, Ramoni-Perazzi P, Marquez M, Rojas W, Quintero JI, Marques MI (2020) Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. *PLoS One* 15: . <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227437>
- Tilman D (2001) Functional Diversity. *Encycl Biodivers* 3:109–120 . <https://doi.org/10.1016/b0-12-226865-2/00132-2>
- Tomas WM, Berlinck CN, Chiaravalloti RM, Faggioni GP, Strüssmann C, Libonati R, Abrahão CR, do Valle Alvarenga G, de Faria Bacellar AE, de Queiroz Batista FR, Bornato TS, Camilo AR, Castedo J, Fernando AME, de Freitas GO, Garcia CM, Gonçalves HS, de Freitas Guilherme MB, Layme VMG, Lustosa APG, De Oliveira AC, da Rosa Oliveira M, de Matos Martins Pereira A, Rodrigues JA, Semedo TBF, de Souza RAD, Tortato FR, Viana DFP, Vicente-Silva L, Morato R (2021) Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Sci Rep* 11:1–9 . <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>
- Tomas WM, de Oliveira Roque F, Morato RG, Medici PE, Chiaravalloti RM, Tortato FR, ..., Junk WJ (2019) Sustainability Agenda for the Pantanal Wetland : Perspectives on a Collaborative Interface for Science , Policy , and Decision-Making. *Trop Conserv Sci* 12:1–30 . <https://doi.org/10.1177/1940082919872634>
- Ubaid FK (2014) Efeitos do fogo sobre a comunidade de aves no Pantanal Mato-Grossense. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
- Villéger S, Grenouillet G, Brosse S (2013) Decomposing functional β -diversity reveals that low functional β -diversity is driven by low functional turnover in European fish assemblages. *Glob Ecol Biogeogr* 22:671–681 . <https://doi.org/10.1111/geb.12021>
- Villéger S, Mason NWH, Mouillot D (2008) New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89:2290–2301 . <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>
- Walesiak M, Mikusiński G, Borowski Z, Żmihorski M (2022) Large fire initially reduces bird diversity in Poland's largest wetland biodiversity hotspot.

- Biodivers Conserv. <https://doi.org/10.1007/s10531-022-02376-y>
- Whelan CJ, Wenny DG, Marquis RJ (2008) Ecosystem Services Provided by Birds. *Ann N Y Acad Sci* 1134:25–60 . <https://doi.org/doi:10.1196/annals.1439.003>
- Whittaker RJ, Willis KJ, Field R (2001) Scale and species richness: Towards a general, hierarchical theory of species diversity. *J Biogeogr* 28:453–470 . <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x>
- Wickham H, Chang W, Henry L, Pedersen TL, Takahashi K, Wilke C, Woo K, Yutani H, Dunnington D (2021) Package ‘ggplot2’
- Wilman H, Belmaker J, Simpson J, de La Rosa C, Rivadeneira MM, Jetz W (2014) EltonTraits 1 . 0 : Species-level foraging attributes of the world ’ s birds and mammals. *Ecology* 95:2027
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith GM (2009) Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R

Material Suplementar

Tabelas

Tabela S1 Lista das espécies de aves registradas durante a amostragem em 2017-2018 e 2020-2021 na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil. A taxonomia adotada segue a proposta do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco et al. (2021).

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
Tinamiformes			
Tinamidae			
<i>Crypturellus undulatus</i>	jaó		0,040
Anseriformes			
Anhimidae			
<i>Chauna torquata</i>	tachã	1,767	1,231
Anatidae			
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê	0,024	
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	marreca-cabocla		0,479
<i>Cairina moschata</i>	pato-do-mato	0,016	0,192
Galliformes			
Cracidae			
<i>Aburria cumanensis</i>	jacutinga-de-garganta-azul	0,096	0,063
<i>Aburria cujubi</i>	cujubi	0,128	
<i>Ortalis canicollis</i>	aracuã-do-pantanal	4,586	3,083
<i>Crax fasciolata</i>	mutum-de-penacho	0,626	0,098
Columbiformes			
Columbidae			
<i>Patagioenas picazuro</i>	pomba-asa-branca	0,313	0,018

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	1,590	1,056
<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	1,839	2,184
<i>Claravis pretiosa</i>	pararu-azul	0,008	
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa		0,698
Cuculiformes			
Cuculidae			
<i>Guira guira</i>	anu-branco	0,088	0,081
<i>Crotophaga major</i>	anu-coroca	0,723	1,302
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	3,012	1,897
<i>Tapera naevia</i>	saci	0,153	0,031
<i>Coccyzua minuta</i>	chincoã-pequeno	0,120	0,089
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	0,088	0,040
<i>Coccyzus americanus</i>	papa-lagarta-de-asa-vermelha		0,009
<i>Coccyzus euleri</i>	papa-lagarta-de-euler		0,004
Nyctibiiformes			
Nyctibiidae			
<i>Nyctibius grandis</i>	urutau-grande		0,004
Caprimulgiformes			
Caprimulgidae			
<i>Nyctiprogne leucopyga</i>	bacurau-de-cauda-barrada	0,016	0,166
<i>Nyctidromus albicollis</i>	bacurau	0,048	0,009
Apodiformes			
Apodidae			
<i>Streptoprocne zonaris</i>	taperuçu-de-coleira-branca	0,402	

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
Trochilidae			
<i>Phaethornis subochraceus</i>	rabo-branco-de-barriga-fulva	0,064	0,067
<i>Polytmus guainumbi</i>	beija-flor-de-bico-curvo	0,024	0,045
<i>Thalurania furcata</i>	beija-flor-tesoura-verde	0,048	0,009
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	0,104	0,148
Gruiformes			
Aramidae			
<i>Aramus guarauna</i>	carão	1,317	0,635
Rallidae			
<i>Porphyrio martinica</i>	frango-d'água-azul	0,008	0,018
<i>Porphyrio flavirostris</i>	frango-d'água-pequeno	0,072	0,018
<i>Mustelirallus albicollis</i>	sanã-carijó	0,024	0,045
<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	0,040	0,103
Heliornithidae			
<i>Heliornis fulica</i>	picaparra	0,080	0,031
Charadriiformes			
Charadriidae			
<i>Vanellus cayanus</i>	mexeriqueira		0,004
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	0,016	0,367
<i>Charadrius collaris</i>	batuíra-de-coleira		0,031
Recurvirostridae			
<i>Himantopus melanurus</i>	pernilongo-de-costas-brancas		0,130
Jacanidae			
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	1,349	0,600

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
Laridae			
<i>Rynchops niger</i>	talha-mar		0,143
<i>Sternula superciliaris</i>	trinta-réis-pequeno	0,257	0,367
<i>Phaetusa simplex</i>	trinta-réis-grande	1,534	2,018
<i>Chlidonias niger</i>	trinta-réis-negro	0,048	0,004
Ciconiiformes			
Ciconiidae			
<i>Ciconia maguari</i>	maguari	0,008	0,054
<i>Jabiru mycteria</i>	tuiuiú	0,048	0,175
<i>Mycteria americana</i>	cabeça-seca		0,134
Suliformes			
Anhingidae			
<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga	0,434	0,425
Phalacrocoracidae			
<i>Nannopterum brasilianum</i>	biguá	3,783	4,927
Pelecaniformes			
Ardeidae			
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi	1,052	0,528
<i>Cochlearius cochlearius</i>	arapapá	0,153	0,125
<i>Ixobrychus exilis</i>	socoí-vermelho	0,699	0,331
<i>Nycticorax nycticorax</i>	socó-dorminhoco	0,040	0,564
<i>Butorides striata</i>	socozinho	2,000	1,146
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	0,064	0,027
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura	1,140	3,164

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	1,735	12,946
<i>Syrigma sibilatrix</i>	maria-faceira		0,004
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	0,313	7,133
<i>Egretta caerulea</i>	garça-azul		0,063
Threskiornithidae			
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró	0,016	0,081
<i>Phimosus infuscatus</i>	tapicuru		0,559
<i>Theristicus caerulescens</i>	curicaca-real		0,022
<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca		0,094
<i>Platalea ajaja</i>	colhereiro		0,734
Cathartiformes			
Cathartidae			
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto	0,458	0,197
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	0,048	0,045
<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	0,209	0,161
Accipitriformes			
Pandionidae			
<i>Pandion haliaetus</i>	águia-pescadora	0,048	0,004
Accipitridae			
<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-gato	0,008	0,009
<i>Busarellus nigricollis</i>	gavião-belo	0,233	0,094
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	gavião-caramujeiro	0,731	2,036
<i>Circus buffoni</i>	gavião-do-banhado		0,009
<i>Geranospiza caerulescens</i>	gavião-pernilongo	0,016	0,018

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	0,040	0,036
<i>Urubitinga urubitinga</i>	gavião-preto	0,249	0,031
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	0,137	0,040
Strigiformes			
Strigidae			
<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburé	0,024	0,089
Trogoniformes			
Trogonidae			
<i>Trogon curucui</i>	surucua-de-barriga-vermelha	0,233	0,385
Coraciiformes			
Momotidae			
<i>Momotus momota</i>	udu-de-coroa-azul		0,013
Alcedinidae			
<i>Megaceryle torquata</i>	martim-pescador-grande	0,305	0,251
<i>Chloroceryle amazona</i>	martim-pescador-verde	0,112	0,045
<i>Chloroceryle aenea</i>	martim-pescador-miúdo	0,040	0,004
<i>Chloroceryle americana</i>	martim-pescador-pequeno	0,265	0,143
<i>Chloroceryle inda</i>	martim-pescador-da-mata	0,008	
Galbuliformes			
Galbulidae			
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	0,683	0,515
Bucconidae			
<i>Monasa nigrifrons</i>	chora-chuva-preto	0,321	0,680
Piciformes			

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
Ramphastidae			
<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	0,024	0,004
<i>Pteroglossus castanotis</i>	araçari-castanho	0,040	0,004
Picidae			
<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-escamoso	0,072	0,027
<i>Veniliornis passerinus</i>	pica-pau-pequeno	0,161	0,277
<i>Campephilus melanoleucos</i>	pica-pau-de-topete-vermelho	0,024	0,045
<i>Celeus flavus</i>	pica-pau-amarelo	0,088	0,197
<i>Celeus lugubris</i>	pica-pau-louro	0,080	0,094
<i>Piculus chrysochloros</i>	pica-pau-dourado-escuro	0,016	0,040
<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-verde-barrado		0,009
Falconiformes			
Falconidae			
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã	0,016	
<i>Caracara plancus</i>	carcará	0,185	0,201
Psittaciformes			
Psittacidae			
<i>Myiopsitta monachus</i>	caturrita	5,108	3,553
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	0,586	0,215
<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca-verde		0,031
<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro	1,630	0,908
<i>Eupsittula aurea</i>	periquito-rei	0,120	
<i>Primolius auricollis</i>	maracanã-de-colar	0,048	0,045
<i>Thectocercus acuticaudatus</i>	aratinga-de-testa-azul	0,771	0,027

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Diopsittaca nobilis</i>	maracanã-pequena	0,080	
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	0,289	0,040
Passeriformes			
Thamnophilidae			
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	0,072	0,058
<i>Taraba major</i>	choró-boi	1,719	0,980
<i>Hypocnemoides maculicauda</i>	solta-asa	0,048	0,067
<i>Cercomacra melanaria</i>	chororó-do-pantanal	0,883	0,707
Dendrocolaptidae			
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	arapaçu-verde	0,016	0,098
<i>Xiphorhynchus guttatoides</i>	arapaçu-de-lafresnaye	0,008	0,013
<i>Dendroplex picus</i>	arapaçu-de-bico-branco	0,072	0,152
<i>Campylorhamphus trochilrostris</i>	arapaçu-beija-flor	0,120	0,179
Furnariidae			
<i>Furnarius leucopus</i>	casaca-de-couro-amarelo	2,891	1,790
<i>Phacellodomus ruber</i>	graveteiro	0,016	0,004
<i>Cranioleuca vulpina</i>	arredio-do-rio	0,088	0,533
<i>Pseudoseisura unirufa</i>	casaca-de-couro-de-crista-cinza	0,080	0,107
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	curutié	2,361	2,228
<i>Synallaxis albilora</i>	joão-do-pantanal	0,819	0,667
<i>Synallaxis hypospodia</i>	joão-grilo	0,145	0,734
Tityridae			
<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto		0,009
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto		0,009

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
Rhynchocyclidae			
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	bico-chato-de-orelha-preta	0,016	0,089
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	0,522	0,403
<i>Poecilatriccus latirostris</i>	ferreirinho-de-cara-parda	0,096	0,045
Tyrannidae			
<i>Inezia inornata</i>	alegrinho-do-chaco	0,032	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha	0,008	
<i>Elaenia spectabilis</i>	guaracava-grande	0,008	0,089
<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum		0,040
<i>Attila bolivianus</i>	bate-para		0,058
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	0,064	0,031
<i>Casiornis rufus</i>	maria-ferrugem	0,008	0,004
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	4,979	2,654
<i>Philohydor lictor</i>	bentevizinho-do-brejo	0,153	0,188
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	0,088	0,072
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	0,490	0,456
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	1,815	1,325
<i>Arundinicola leucocephala</i>	freirinha	0,048	0,018
<i>Fluvicola albiventer</i>	lavadeira-de-cara-branca	0,201	0,094
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	príncipe	0,008	0,036
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	guaracavuçu	0,016	0,022
<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	0,064	0,013
Vireonidae			
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	0,466	0,577

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Hylophilus pectoralis</i>	vite-vite-de-cabeça-cinza	0,048	0,085
Hirundinidae			
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	0,153	0,031
<i>Progne tapera</i>	andorinha-do-campo	0,032	0,013
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	0,932	
<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio	0,177	0,013
<i>Hirundo rustica</i>	andorinha-de-bando	0,153	1,620
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	andorinha-de-dorso-acanelado	0,442	0,188
Troglodytidae			
<i>Campylorhynchus turdinus</i>	catatau	3,301	1,674
<i>Pheugopedius genibarbis</i>	garrinchão-pai-avô	0,048	0,125
<i>Cantorchilus leucotis</i>	garrinchão-de-barriga-vermelha		0,018
Poliophtilidae			
<i>Poliophtila dumicola</i>	balança-rabo-de-máscara	0,032	0,036
Donacobiidae			
<i>Donacobius atricapilla</i>	japacanim	5,806	3,777
Turdidae			
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	0,040	0,063
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	0,032	
Motacillidae			
<i>Anthus chii</i>	caminheiro-zumbidor		0,040
Fringillidae			
<i>Euphonia chlorotica</i>	fim-fim	0,008	0,013
Icteridae			

Nome do táxon	Nome em Português	Abundância Relativa	
		2017-2018	2020-2021
<i>Psarocolius decumanus</i>	japu	0,016	
<i>Cacicus solitarius</i>	iraúna-de-bico-branco	2,120	1,521
<i>Cacicus cela</i>	xexéu	4,248	2,094
<i>Icterus croconotus</i>	joão-pinto	1,373	0,586
<i>Icterus pyrrhopterus</i>	encontro	0,137	0,300
<i>Molothrus oryzivorus</i>	iraúna-grande		0,009
<i>Amblyramphus holosericeus</i>	cardeal-do-banhado	0,321	0,067
<i>Agelasticus cyanopus</i>	carretão-do-oeste	6,393	4,157
Parulidae			
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	0,104	0,036
<i>Setophaga pitaiyumi</i>	mariquita	0,032	
Thraupidae			
<i>Saltator coerulescens</i>	trinca-ferro-gongá	2,763	3,208
<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	0,032	
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu		0,072
<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	2,747	2,000
<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho	0,048	0,004
<i>Sporophila collaris</i>	coleiro-do-brejo	0,305	0,376
<i>Sporophila caerulescens</i>	coleirinho	0,169	0,027
<i>Sporophila leucoptera</i>	chorão	0,024	0,072
<i>Paroaria capitata</i>	cavalaria	3,212	1,830
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-cinzento	0,016	0,049
<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	0,691	0,022

Tabela S2 Modelos ajustados com $\Delta AICc < 4$ e $\Delta AICc$ dos modelos nulos para diversidade alfa taxonômica e funcional, considerando efeitos isolados e a interação dos preditores. Os modelos selecionados estão em negrito. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório.

Variável Resposta	Modelos	$\Delta AICc$
<i>Locais afetados diretamente pelo fogo</i>		
Riqueza	ciclo + habitat + ciclo:habitat	0
	ciclo + habitat	0,62
	ciclo	1
	Null	31,81
Abundância	ciclo + habitat + ciclo:habitat	0
	Null	1551,74
FRic	Null	0
FEve	Null	0
	ciclo	2,21
<i>Locais afetados indiretamente pelo fogo</i>		
Riqueza	ciclo	0
	ciclo + habitat	1,41
	Null	2,11
	habitat	3,46
	ciclo + habitat + ciclo:habitat	3,51
Abundância	ciclo + habitat + ciclo:habitat	0
	Null	357,93
FRic	Null	0
FEve	ciclo	0
	Null	1,3
<i>Locais não afetados pelo fogo</i>		
Riqueza	ciclo + habitat + ciclo:habitat	0
	ciclo + habitat	0,83

	Null	11
Abundância	ciclo + habitat + ciclo:habitat	0
	Null	1648,13
FRic	Null	0
FEve	Null	0

Tabela S3: Modelos ajustados com $\Delta AICc < 4$ e $\Delta AICc$ dos modelos nulos para as diferenças em diversidade alfa taxonômica e funcional, e para os componentes de diversidade beta taxonômica e funcional, considerando efeitos isolados e a interação dos preditores. Os modelos selecionados estão em negrito. TSF = Tempo após os incêndios. Todos os modelos incluem o ponto como fator aleatório.

Variável Resposta	Modelos	$\Delta AICc$
Diferença em Riqueza	fogo + habitat + fogo:habitat	0
	fogo + habitat + TSF + fogo:habitat	3,07
	fogo + habitat + TSF + fogo:habitat + habitat:TSF	3,56
	fogo + habitat + TSF + fogo:habitat + fogo:TSF	3,61
	Null	13,04
Diferença em Abundância	fogo + habitat + TSF + fogo:habitat + fogo:TSF + habitat:TSF	0
	Null	66,56
Diferença em FRic	Null	0
Diferença em FEve	Null	0
β total taxonômica	fogo + TSF	0
	fogo	0,43
	fogo + habitat + TSF	1,89
	fogo + habitat	2,29
	fogo + TSF + fogo:TSF	3,49
β sim taxonômica	fogo + TSF + fogo:TSF	0
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF	1,22

	fogo	1,84
	fogo + TSF	2,71
	fogo + habitat	2,96
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF + habitat:TSF	3,02
	fogo + habitat + TSF	3,86
	Null	16,43
β nes taxonômica	fogo +TSF + fogo:TSF	0
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF	2,19
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF + habitat:TSF	3,06
	Null	3,79
β total funcional	Null	0
	habitat	0,58
	fogo	0,97
	TSF	1,79
	fogo + habitat	2,03
	habitat + TSF	2,38
	fogo + TSF	2,79
	fogo + TSF + fogo:TSF	3,21
	fogo + habitat + TSF	3,89
β sim funcional	fogo + TSF + fogo:TSF	0
	habitat + TSF + habitat:TSF	1
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF	1,42
	fogo + habitat + TSF + fogo:TSF+ habitat:TSF	2,43
	TSF	3,31
	Null	3,61
β nes funcional	Null	0
	TSF	1,58
	habitat	2,08

fogo	2,52
habitat + TSF	3,68

Tabela S4: Médias marginais estimadas e o contraste entre as localidades com diferentes categorias de impacto do fogo ao longo do tempo após os incêndios para a variação das diferenças em riqueza de espécies, abundância e componentes de diversidade beta taxonômica e funcional. Valores significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Variável Resposta	Fogo direto - Fogo indireto					Fogo direto - Não Afetado					Fogo indireto - Não Afetado				
	Estimate	SE	df	t.ratio	p.value	Estimate	SE	df	t.ratio	p.value	Estimate	SE	df	t.ratio	p.value
Riqueza (Campos)	4,472	2,78	44	1,608	0,1149	3,113	1,48	44	2,1	0,0415	-1,359	2,67	44	-0,51	0,6129
Riqueza (Florestas)	0,955	1,65	44	0,578	0,5665	3,705	2,08	44	1,784	0,0814	2,75	2,18	44	1,263	0,2134
Abundância (Campos)	75,458	108,4	44	0,696	0,49	23,193	57,8	44	0,401	0,69	-52,266	104	44	-0,503	0,6177
Abundância (Florestas)	-28,741	64,4	44	-0,446	0,6577	-0,835	81	44	-0,01	0,9918	27,906	84,9	44	0,329	0,744
β total taxonômica	0,4103	0,0776	194	5,288	< 0,0001	0,3167	0,0634	194	4,994	< 0,0001	-0,0936	0,0774	194	-1,21	0,4488
β sim taxonômica	0,3592	0,0894	192	4,017	0,0002	0,2882	0,0727	192	3,961	0,0003	-0,0711	0,0897	192	-0,792	0,7083
β nes taxonômica	0,324	0,237	192	1,365	0,1739	0,144	0,191	192	0,754	0,4519	-0,18	0,238	192	-0,755	0,451
β sim funcional	0,0233	0,179	192	0,13	0,8966	0,0853	0,148	192	0,577	0,5649	0,062	0,181	192	0,342	0,7325

Referências

Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Maurício GN, Naka LN, Olmos F, Posso SR, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunck F, Piacentini VQ (2021) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithol Res* 29:94–105 .
<https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta tese, investigamos a diversidade de aves na planície de inundação do Pantanal por meio de revisão de literatura, pesquisa em campo e análises ecológicas. Os resultados aqui apresentados foram fundamentais para elucidar algumas das principais questões que visam a manutenção da biodiversidade no Pantanal, tais como a identificação de lacunas no conhecimento científico, distribuição e ocorrência das espécies de aves, e as respostas ecológicas de assembleias de aves frente ao regime de inundação e aos incêndios. A contribuição científica gerada aqui pode ser aplicada em ações de conservação e de planejamento ambiental, atendendo aos pesquisadores, gestores e demais interessados no uso e conservação da biodiversidade.

A identificação das lacunas no conhecimento científico fornece subsídios para o direcionamento de pesquisas futuras com as aves no Pantanal, como em localidades e temáticas ainda pouco exploradas, as quais foram informadas no Capítulo 1. Destacamos aqui, a planície de inundação do rio Paraguai, região de grande relevância para a formação do Pantanal, com elevado grau de vulnerabilidade em seu sistema hídrico, e que apresenta várias lacunas a serem preenchidas, sobretudo a respeito dos serviços ecossistêmicos desempenhados pelas espécies em áreas úmidas. Além do mais, nossos resultados mostraram a importância de maiores investimentos em infraestrutura de pesquisa, pessoal especializado e manutenção de projetos no Pantanal para a realização dos estudos de maneira efetiva.

O inventário de aves realizado em uma importante área protegida na planície de inundação do rio Paraguai ampliou o conhecimento sobre os padrões de distribuição e ocorrência de aves em áreas úmidas, como foi o caso do primeiro registro de *Chlidonias niger* para o Pantanal e região central do Brasil. O Capítulo 2 também possibilita um direcionamento em pesquisas populacionais de espécies alvo de conservação, como as aves ameaçadas de extinção, com distribuição restrita, aquáticas, migratórias e limícolas que foram identificadas em nossa pesquisa. Ainda, ressaltamos a importância da lista geral de espécies como base técnica para fundamentar os estudos de impacto ambiental, bem como promover a divulgação científica por meio de aplicações em cartilhas educativas, entre outros materiais paradidáticos.

Os estudos ecológicos apresentados trazem relevantes contribuições para a compreensão dos efeitos ambientais sobre a diversidade taxonômica e funcional de aves nos sistemas de rios em planícies de inundação. No Capítulo 3, nós mostramos que as assembleias de aves respondem ao regime de inundação de forma distinta a depender do grau de dependência das áreas úmidas pelas espécies. Dessa forma, sugerimos que os aspectos funcionais das espécies devem ser considerados como parte dos fatores determinantes das respostas ecológicas de aves em estudos ambientais no Pantanal, visto que refletem características inerentes ao ecossistema avaliado e que podem ser mascaradas quando não consideradas.

No Capítulo 4, nós encontramos que as assembleias de aves mostraram certa resiliência após os eventos extremos de seca e incêndios no Pantanal, apesar das alterações que ocorreram na estrutura e composição das espécies nas localidades avaliadas em curto prazo. A dissimilaridade das assembleias foi elevada com relação aos aspectos taxonômicos, mas destacamos que houve a permanência da maior parte das espécies e que encontramos uma estabilidade funcional nesta área protegida. Esses resultados se tornam parâmetros para outras localidades que também foram afetadas pelos incêndios, e ressaltamos a necessidade de monitoramento para uma melhor compreensão desses efeitos em longo prazo neste refúgio de biodiversidade.

Esperamos que esta contribuição científica seja útil para as tomadas de decisão nos esforços para a manutenção e conservação da diversidade de aves em áreas úmidas, sendo aplicada de forma integrada aos interesses científicos, políticos, sociais e ambientais no Pantanal. Ainda, esperamos que possibilite avanços que assegurem a proteção, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce, tal qual previsto na Agenda 2030.

APÊNDICE

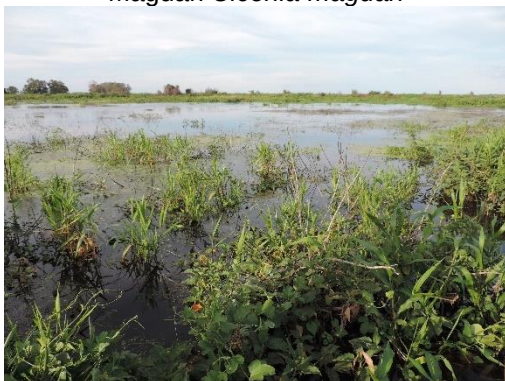
Apêndice A Relatório fotográfico de algumas das espécies de aves e de locais monitorados entre 2017 e 2021, durante a pesquisa realizada na planície de inundação do rio Paraguai, Pantanal, Brasil.



Maguari *Ciconia maguari*



Gavião-belo *Busarellus nigricollis*



Campo alagado após o extravasamento do rio Paraguai



Estravasamento do canal fluvial



Cacicus cela e ninhos em abobreiro
Erythrina fusca Lour. (Fabaceae) florido
durante a estiagem



Floresta monodominante de abobreiro
durante a fase de estiagem, evidenciando a
marca de inundação no tronco das árvores



Biguatinga *Anhinga anhinga* secando as asas após mergulho



Zonação da área de transição aquática-terrestre (ATTZ) que formam os habitats



Garças forrageando nos habitats afetados pelos incêndios após o início das chuvas em 2021



Aves de praia talha-mar *Rynchops niger* e trinta-réis *Phaetusa simplex* durante a temporada reprodutiva no Pantanal



Abobreiros secos e queimados após os incêndios de 2020



Árvores e arbustos queimados após os incêndios de 2020



Campo após a passagem do fogo em 2020



Monitoramento de aves nas áreas afetadas pelo fogo no ciclo hidrológico 2020-2021



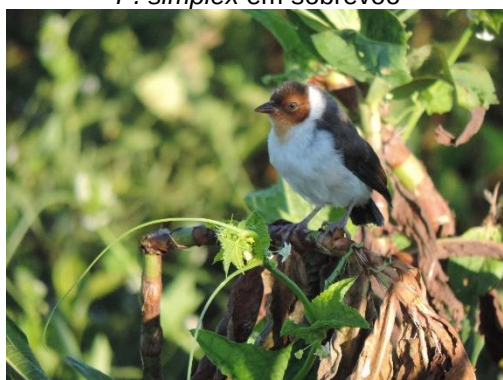
Retorno das águas nas áreas afetadas pelos incêndios



Biguás *Nannopterum brasilianum*, *R. niger* e *P. simplex* em sobrevoo



Tuiuiú *Jabiru mycteria* nidificando em 2021



Cavalaria *Paroaria capitata* jovem em 2021



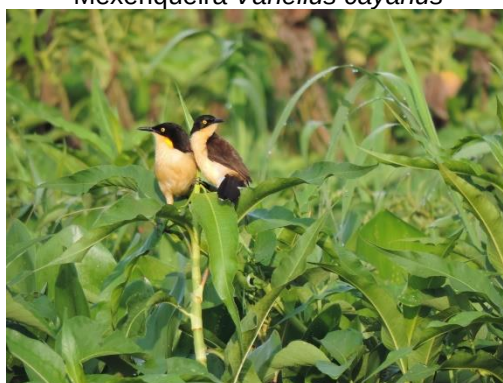
Aracuã-do-pantanal *Ortalis canicollis*



Mexeriqueira *Vanellus cayanus*



Arredio-do-rio *Cranioleuca vulpina*



Japacanim *Donacobius atricapilla*

ANEXOS

Anexo A Número da autorização para atividades com finalidade científica emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO / ICMBIO, que permite a realização de pesquisa científica pela titular do projeto.



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 59399-4	Data da Emissão: 18/09/2020 10:50:25	Data da Revalidação*: 01/07/2021
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANGÉLICA VILAS BOAS DA FROTA	CPF: [REDACTED]
Título do Projeto: Dinâmicas Ecológicas da Avifauna na Planície de Inundação do Alto Rio Paraguai	
Nome da Instituição: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO	CNPJ: 01.367.770/0001-30

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Expedições de campo	08/2017	08/2019
2	Expedições de campo	12/2019	12/2021

ANEXO B Outras produções científicas publicadas durante o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso, entre Abril de 2018 e Abril 2022.

2018

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; IKEDA-CASTRILLON, Solange Kimie; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Birds of Estação Ecológica da Serra das Araras, state of Mato Grosso, Brazil: additions and review. **Check List**, vol. 14, no. 5, p. 893–922, 26 Oct. 2018. <https://doi.org/10.15560/14.5.893>.

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; IKEDA-CASTRILLON, Solange Kimie. New records of the Black Titi Monkey (*Plecturocebus cinerascens*) (Primates, Pitheciidae) in the Alto Vale Guaporé, border region between Brazil and Bolivia. **Neotropical Primates**, vol. 24, no. June, p. 33–36, 2018.

VITORINO, Breno Dias; RODRIGUES, Marisa Brandão; FROTA, Angélica Vilas Boas; AVELAR, Daniel Moreira de; RODRIGUES, Wellington Luiz; IKEDA-CASTRILLON, Solange Kimie; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Birds of rural landscape in the Midwest region of the state of Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, vol. 13, no. 1, 12 Apr. 2018. <https://doi.org/10.4013/nbc.2018.131.08>.

2019

FROTA, Angélica Vilas Boas; QUEIROZ, Rafaella Ferreira Neres de; VITORINO, Breno Dias; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Panorama dos potenciais impactos socioambientais relacionados a empreendimentos hidrelétricos na Bacia do Alto Paraguai, Brasil. In: SGUAREZI, Sandro Benedito (Org.). **Ambiente e Sociedade no Brasil Central: Diálogos Interdisciplinares e Desenvolvimento Regional**. 2ed. Cáceres-MT: UNEMAT, 2019, p. 104-116.

2020

FROTA, Angélica Vilas Boas; VITORINO, Breno Dias; SILVA, Carolina Joana da; IKEDA-CASTRILLON, Solange Kimie; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Bird community structure in macrohabitats of the aquatic terrestrial transition zone in the Pantanal wetland, Brazil. **Oecologia Australis**, vol. 24, no. 03, p. 615–634, 15 Sep. 2020. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2403.07>.

NUNES, Josué Ribeiro da Silva; NOGUEIRA, Pedro Silva; FACANHA, Cristiane Lima; ALMEIDA, Maria Auxiliadora; SILVA, Nuno Rodrigues; FROTA, Angélica Vilas Boas; VITORINO, Breno Dias; DA SILVA, Carolina Joana. Bases Socioambientais para o ecoturismo no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal associado a comunidades tradicionais e seu entorno. **Comunidades Tradicionais do Pantanal**. p. 139-149, 2020.

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Predatory behavior by Gray-headed Kite (*Leptodon cayanensis*) in

wasp nests of the Polistini tribe in the Pantanal wetland, Brazil. **Spizaetus Neotropical Raptor Network Newsletter**, no. 30, p. 26–30, 2020.

CÂMARA GUSMÃO, Almério; DEGRA, Danilo; SILVA, Odair Diogo; SOUZA, Lucas Simão de; FROTA, Angélica Vilas Boas; TUYAMA, Carlos Augusto; TUYAMA, Maria Cristina; COSTA, Thatiane Martins; DALBEM, Ana Paula; BARNETT, Adrian A.; AGUIAR-SILVA, Francisca Helena; SANTOS-FILHO, Manoel dos. Power lines as a threat to a canopy predator: electrocuted Harpy Eagle in southwestern Brazilian Amazon. **Journal of Threatened Taxa**, v. 12, p. 16904-16908, 2020. <https://doi.org/10.11609/jott.6198.12.13.16904-16908>.

2021

FROTA, Angélica Vilas Boas; VITORINO, Breno Dias; NUNES, Josué Ribeiro da Silva; DA SILVA, Carolina Joana. An overview of the diet of the Great Black Hawk *Urubitinga urubitinga* (Accipitriformes: Accipitridae) and report of new prey species. **Ornithology Research**, v. 29, p. 29-37, 2021. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00046-1>.

FREITAS JUNIOR, Djair Sergio de; FROTA, Angélica Vilas Boas; VITORINO, Breno Dias; SILVA, Carolina Joana da. Scientometric analysis of Ecotourism in the Pantanal wetlands. **Research, Society and Development**, vol. 10, no. 11, p. e413101119375, 5 Sep. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19375>.

NUNES, Alessandro Pacheco; POSSO, Sérgio Roberto; FROTA, Angélica Vilas Boas; VITORINO, Breno Dias; LAPS, Rudi Ricardo; DONATELLI, Reginaldo José; STRAUBE, Fernando Costa; PIVATTO, Maria Antonietta Castro; OLIVEIRA, Dalci Maurício Miranda De; CARLOS, Braulio; MELO, Alyson Vieira De; TOMAS, Walfrido Moraes; FREITAS, Gabriel Oliveira De; SOUZA, Rafael Augusto Ducel De. Birds of the Pantanal floodplains, Brazil: historical data, diversity, and conservation. **Papéis Avulsos de Zoologia**, vol. 61, p. 0–29, 2021. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.82>.

QUEIROZ, Rafaella Ferreira Neres de; VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; SILVA, Carolina Joana da; CASTRILLON, Solange Kimie Ikeda; NUNES, Josué Ribeiro da Silva. Changes in the structure of bird communities over 10 years in the Ecological Corridor of Paraguay River, Pantanal wetland. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, vol. 12, no. 3, p. 111–125, 2021. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0011>.

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; MARUYAMA, Pietro Kiyoshi. Ecological determinants of interactions as key when planning pollinator-friendly urban greening: a plant-hummingbird network example. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 1, p. 127–298, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127298>.

2022

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas; MARUYAMA, Pietro Kiyoshi; NUNES, Josué Ribeiro Da Silva; VIZENTIN-BUGONI, Jeferson. Influence of sampling methods on the description of a Neotropical seed

dispersal network. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, v. 114, p. 103–805, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2021.103805>.

VITORINO, Breno Dias; FROTA, Angélica Vilas Boas da; NUNES, Josué Ribeiro da Silva; CARNIELLO, Maria Antonia; CASTRILLON, Solange Kimie Ikeda; MARUYAMA, Pietro Kiyoshi. Abundance determines core-periphery roles of birds in a Neotropical seed dispersal network. **IBIS**. 2022. <https://doi.org/10.1111/ibi.13075>.