**Universidade Federal de Mato Grosso**
**Instituto de Biociências**
**Programa de Pós-Graduação em Zoologia**

LEDA ALINE PORTO STEFAN

# Vieses amostrais para aves no Pantanal: influência das rotas de acesso, sazonalidade e grupos taxonômicos sobre registros de coleções biológicas

LEDA ALINE PORTO STEFAN

# Vieses amostrais para aves no Pantanal: influência das rotas de acesso, sazonalidade e grupos taxonômicos sobre registros de coleções biológicas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Zoologia

**Orientador:** Prof. Dr. Vítor de Queiroz Piacentini
**Coorientadora:** Profª. Drª Thais Bastos Zanata

**Cuiabá, Mato Grosso**
**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

P853v Porto Stefan, Leda Aline.
Vieses amostrais para aves no Pantanal: influência das rotas de acesso, sazonalidade e grupos taxonômicos sobre registros de coleções biológicas / Leda Aline Porto Stefan. -- 2022
48 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Vítor de Queiroz Piacentini.
Co-orientadora: Thais Bastos Zanata.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Cuiabá, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Áreas úmidas. 2. Ciclo de inundação. 3. Método de coleta. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "Lacunas do conhecimento ornitológico no Pantanal: influência das rotas de acesso, sazonalidade e grupos taxonômicos sobre o esforço amostral"**

AUTORA: Mestranda **Leda Aline Porto Stefan**

Dissertação defendida e aprovada em **22 de fevereiro de 2022.**

## COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. **Prof. Dr. Vitor de Queiroz Piacentini** (Presidente da Banca/Orientador)

INSTITUIÇÃO: PPGZOO - Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

2. **Prof. Dr. João Batista Pinho** (1º Titular/Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: PPGECB – Universidade Federal de Mato Grosso

3. **Profa. Dra. Priscila Lemes de Azevedo** (2º Titular/Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: PPGECB – Universidade Federal de Mato Grosso

4. **Prof. Dr. Leonardo Esteves Lopes** (3º Titular/Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: MCENA - Universidade Federal de Viçosa - UFV

**Cuiabá, 22 de fevereiro de 2022.**

Documento assinado eletronicamente por **VÍTOR DE QUEIROZ PIACENTINI**, **Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 07/03/2022, às 15:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Esteves Lopes**, **Usuário Externo**, em 08/03/2022, às 23:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **JOAO BATISTA DE PINHO**, **Técnico Administrativo em Educação do Depto de Botân. Ecologia / IB - UFMT**, em 09/03/2022, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

BRE8gLSBGb2xoYSBkZSBBcHJvdmHn428gSUIgLSBQUEcgZW0gWm9vbG9naWEgNDQ2MTc0NQ== SEI 23108.015911/2022

Documento assinado eletronicamente por **PRISCILA LEMES DE AZEVEDO SILVA**, **Usuário Externo**, em 09/03/2022, às 13:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4461745** e o código CRC **A173B0A4**.

**Referência:** Processo nº 23108.015911/2022-52 SEI nº 4461745

BRE8gLSBGb2xoYSBkZSBBcHJvdmHn428gSUIgLSBQUEcgZW0gWm9vbG9naWEgNDQ2MTc0NQ==

## AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho tive a enorme sorte de contar com pessoas fantásticas sem as quais nada disso seria possível e que merecem ser reconhecidas.

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu pai, Erno, por ter aceitado o desafio de criar uma filha sozinho e ter feito isso com o coração cheio de amor. Por sempre valorizar e investir na minha educação, respeitar minha identidade e individualidade e acreditar na minha capacidade mesmo quando eu não acreditava.

Ao Bruno, meu companheiro da vida, por entender as minhas prioridades, me apoiar nas minhas decisões e estar do meu lado nos piores e melhores momentos. Por sempre me incentivar e estar disposto a ajudar, sendo com um chá de camomila num dia difícil ou ouvindo as minhas – incontáveis – prévias de apresentações.

Ao meu orientador Vítor Piacentini, pela paciência e por sempre tirar minhas dúvidas. Pela generosidade em compartilhar tanto conhecimento e por me encorajar a fazer o melhor sempre.

À minha coorientadora Thais Zanata, pra mim um exemplo de profissional com um dom incrível para transmitir conhecimento. Por ser uma incentivadora e por tantos ensinamentos.

Foi um privilégio imenso ser orientada por dois cientistas tão admiráveis com visões diferentes e tão complementares, me ajudando a entender as coisas com diferentes perspectivas. Obrigada por fazerem eu me sentir ouvida e segura durante esse processo e também me darem espaço e liberdade necessários para eu fazer escolhas e desenvolver autonomia.

À Coordenação de Pós-Graduação em Zoologia pela constante disponibilidade e esclarecimento de dúvidas, tornando a missão de desenvolver uma pesquisa num momento tão cheio de incertezas, como o dessa pandemia, um pouco mais tranquilo.

Aos curadores Dr. Marcos Raposo (Museu Nacional - UFRJ) e Dr. Garth Spellman (*Denver Museum of Nature & Science*) pela gentileza de prontamente se disporem a fornecer informações importantes sobre registros provenientes de suas coleções.

Ao professor Felipe Curcio por me incentivar desde a graduação quando muitas vezes pensei em desistir e por enxergar potencial em mim quando outros viam um problema.

À minha amiga Tainá Guedes, por me apresentar o Pantanal e o mundo das aves. Jamais imaginei que um estágio de um mês me renderia tantos ensinamentos, além de uma amizade com uma pessoa tão querida e gentil.

À minha querida amiga Beatriz Biasi, por ser alguém em quem eu sempre pude contar. Por dividir comigo as alegrias e angústias da vida acadêmica.

Ao meu amigo Renato Gatto, meu geógrafo preferido, pela paciência e por se dispor a tirar todas as minhas dúvidas sobre SIG, principalmente no primeiro ano quando eu estava totalmente perdida.

Aos meus amigos Nicolas Grohnert, Marina Lima e Maria Eduarda Maldaner pelas conversas, em especial sobre a vida acadêmica.

Aos meus colegas de laboratório, tanto de Ecologia quanto de Ornitologia, pelo acolhimento e aprendizados gerados pelas várias discussões extremamente proveitosas. Em especial à Caroline Yassuko por me salvar diversas vezes com o R e Qgis.

Aos colegas da minha turma do PPGZOO 2020/1 por tornarem essa trajetória mais leve em meio ao caos que foi fazer um mestrado durante uma pandemia. Principalmente a Ana Laura, Rita e Nathally por formarem uma rede de apoio tão necessária mesmo à distância.

À CAPES e à FAPEMAT, pela concessão da bolsa.

## RESUMO

O viés amostral de dados biológicos é um problema comum que pode afetar diretamente a descrição de padrões e processos biológicos, tendo como consequência lacunas do conhecimento. Estudos apontam que dados de biodiversidade estão frequentemente sob o efeito de vieses taxonômicos, temporais e espaciais. O Pantanal é uma das maiores extensões de áreas úmidas do planeta e possui a maior riqueza de espécies de aves para este tipo de ecossistema. Sua complexidade e heterogeneidade, causadas por um padrão de sazonalidade de inundação pronunciado, contribuem para a diversidade no local. Lacunas do conhecimento e vieses amostrais já foram relatados para alguns grupos taxonômicos no Brasil. Embora o grupo das aves seja considerado bem registrado este ainda está sujeito a vieses, portanto identificar e mapear essas lacunas do conhecimento para este grupo pode oferecer um panorama sobre as tendências gerais de como estes vieses atuam, bem como suas causas. Considerando isso, este projeto teve como objetivo apurar eventuais lacunas do conhecimento e vieses amostrais espaciais, taxonômicos e temporais para aves no Pantanal a partir de registros de ocorrência de exemplares em coleções biológicas provenientes de diferentes repositórios de dados de biodiversidade. Os dados foram filtrados para precisão de coordenadas e passaram por correções taxonômicas. As maiores concentrações de registros estão localizadas na porção norte do Pantanal, além disso, os resultados indicam forte influência da facilidade de acesso em relação à intensidade amostral. A cobertura espacial dos registros se mostrou insuficiente, com quase 95% da extensão do Pantanal não amostrada. Identificamos viés sazonal em relação à dinâmica de inundação no Pantanal com o período com menor extensão de área inundada concentrando a maior parte dos registros. Cerca de 41% das espécies com ocorrência conhecida para o Pantanal não possuem registro na base de dados. Há evidente diferença de esforço amostral entre as famílias da ordem Passeriformes *versus* “não Passeriformes”, com três vezes mais famílias sub amostradas do último grupo em relação ao primeiro. Esta tendência pode ser reflexo das limitações do uso de redes de neblina, método de coleta mais amplamente utilizado para aves atualmente no Brasil. Estratégias a fim de reduzir estes vieses espaciais, sazonais e taxonômicos se fazem necessários e podem ser muito positivos para o aumento do conhecimento ornitológico do Pantanal como um todo.

**Palavras-chave:** Áreas úmidas; ciclo de inundação; método de coleta.

## ABSTRACT

Sampling bias of biological data is a common problem that can directly affect how biological patterns are depicted, resulting in knowledge shortfalls. Studies show that biodiversity data are frequently under taxonomic, temporal and spatial bias. The Pantanal is one of the largest extensions of wetlands on the planet and has the highest bird species richness for this type of ecosystem. Its complexity and heterogeneity, caused by a marked inundation pattern, contribute to local diversity. Knowledge shortfalls and sampling bias were already reported in Brazil for some taxonomic groups. Although Aves is considered a well-known group it is still subjected to bias, therefore identify and map these shortfalls for this group may provide an overview on general trends of how these biases work, as well as their causes. Therefore, this project aimed to investigate potential knowledge shortfalls and spatial, temporal and taxonomic bias for Pantanal birds, based on records of biological collections available on different online biodiversity databases. The data were filtered for geographic coordinate accuracy and were updated taxonomically. The highest concentrations of records were located in the northern Pantanal, and the results also indicate that the sampling intensity is strongly biased towards the proximity of access routes. With almost 95% of unsampled area, the spatial coverage of bird's records, was found insufficient in Pantanal. We identified seasonal bias regarding the inundation dynamics of Pantanal with a large amount of sampling effort concentrated during the dry season. About 41% of the species with known occurrence in Pantanal had no records on the database. We found a clear difference in sampling effort towards Passerine, with non Passerine families being three times more undersampled than Passerines. This trend may be reflecting the limitations from the use of mist nets, currently the most common method applied for bird collection in Brazil. Strategies aiming to reduce these spatial, seasonal and taxonomic biases are needed and can be highly positive to increase the ornithological knowledge of Pantanal.


**Keywords:** Collection methods; seasonal flooding; Wetlands.

**SUMÁRIO**

RESUMO ..... 5
ABSTRACT ..... 6
INTRODUÇÃO ..... 8
MATERIAL E MÉTODOS ..... 11
*Registros de coleções biológicas* ..... 11
*Tendências espaciais* ..... 13
*Tendências sazonais* ..... 13
*Tendências histórico-taxonômicas* ..... 13
*Tendências taxonômicas* ..... 13
RESULTADOS ..... 14
*Tendências espaciais* ..... 14
*Tendências sazonais* ..... 16
*Tendências histórico-taxonômicas* ..... 17
*Tendências taxonômicas* ..... 18
DISCUSSÃO ..... 19
REFERÊNCIAS ..... 24
APÊNDICE 1 ..... 29
*Tabelas e figuras suplementares* ..... 29

## INTRODUÇÃO

Coleções biológicas desempenham um importante papel na construção do conhecimento sobre a biodiversidade, fornecendo registros documentados que são evidências da ocorrência das espécies no tempo e no espaço (Meyer et al. 2016). Estes dados estão cada vez mais amplamente disponíveis, principalmente devido a digitalização e alocação dos mesmos em repositórios online (Page et al. 2015). Dessa forma, estes são utilizados no desenvolvimento de estudos com o objetivo de entender e descrever padrões de diversidade e distribuição das espécies (Boakes et al. 2010, Ladle & Whittaker 2011, Rocchini et al. 2011). Esses estudos são delineados baseando-se na suposição de que estes dados foram coletados de maneira sistemática e uniforme, porém esta suposição raramente condiz com a realidade (Rocchini et al. 2011, Yackulic et al. 2013, Hortal et al. 2015).

A amostragem de dados de biodiversidade pode ser influenciada por fatores externos, chamados de vieses amostrais, o que pode afetar a precisão dos resultados obtidos através deles (Hortal et al. 2015). O viés espacial pode ser motivado pela facilidade de acesso de um local (Reddy & Dávalos 2003, Kadmon et al. 2004) ou pela expectativa de sucesso de coleta associada a ele (Dennis & Thomas 2000, Ferrer et al. 2006, Yang et al. 2013). O viés temporal pode ocorrer quando a distribuição do esforço amostral não é uniforme temporalmente (Ronquillo et al. 2020) e o viés sazonal ocorre quando as variações climáticas e ambientais relacionadas às estações do ano causam aumento ou diminuição na amostragem nesses períodos (Daru et al. 2018). O viés taxonômico é causado pelo favorecimento da amostragem de algum determinado táxon (Daru et al. 2018) e é frequentemente motivado por tamanho corporal e raridade (Gaston & Blackburn 1994, Gaston et al. 1995, Ferrer et al. 2006, Garcillán & Ezcurra 2011, Guerra et al. 2020), este também pode refletir o método amostral escolhido.

Especificamente para aves, dependendo do método amostral, alguns grupos podem ter sua amostragem favorecida ou limitada devido a questões ecológicas e morfológicas (Johnson et al. 1981, Piacentini et al. 2010). Historicamente, as aves da ordem Passeriformes sempre receberam destaque — frente a todas as demais, agrupadas genericamente em "não Passeriformes" — dada sua homogeneidade anatômico-morfológica ao mesmo tempo em que representarem mais de 60% das espécies de aves no mundo (Raikow 1986, Sibley & Alquist 1990). A ordem Passeriformes é, de forma geral, composta por espécies com tamanho corporal pequeno (Kochmer & Wagner 1988), característica não favorecida pela coleta com armas de fogo (Piacentini et al. 2010). Este era o método mais utilizado para a captura e

coleta de aves, até que a partir de meados da década de 1960, iniciou-se o uso das redes de neblina no Brasil (Bennett & Lopes 1980, Silva et al. 2005) que com o passar do tempo tornou-se o método mais comum (Piacentini et al. 2010). As redes de neblina, entretanto, podem subamostrar espécies que andam no chão, ativas acima dos níveis de operação e com grande quantidade de massa corporal (Karr 1981). Além disso, diferenças no comportamento vocal entre Passeriformes e não Passeriformes podem afetar a forma como são registradas em gravações, outra ferramenta importante no registro de aves que vêm sendo amplamente utilizadas com este objetivo desde 1960 (Johnson et al. 1981).

O uso de dados sob a influência de vieses amostrais pode ter consequências significativas, principalmente em relação às ações de conservação da biodiversidade (Meyer et al. 2016), que podem ser afetadas pela escassez de conhecimento sobre a distribuição das espécies (Lees et al. 2021). Como a classificação de espécies sob ameaça de extinção, realizada pela IUCN, que utiliza a extensão da distribuição como um dos critérios (IUCN 2012). Além disso, avaliações de áreas protegidas em potencial baseadas em riqueza de espécies podem ser prejudicadas já que padrões de diversidade e até mesmo centros de endemismo podem ser identificados de maneira equivocada (Nelson et al. 1990, Funk et al. 1999). Outras métricas de diversidade úteis para conservação, como a diversidade funcional, que auxiliam na previsão das respostas do funcionamento do ecossistema a mudanças ambientais (Chapman et al. 2018, Le Provost et al. 2020), também podem sofrer influência desses vieses (Daru et al. 2018, Ribeiro et al. 2016).

De forma geral, estes vieses costumam ser mais evidentes nos trópicos, graças a sua alta biodiversidade (Collen et al. 2008, Oliveira et al. 2016) e em países com economias emergentes devido à limitação de investimento em pesquisa (Meyer et al. 2015). Nesse contexto, o Brasil retrata bem esta situação sendo um país tropical e de economia emergente. Foi detectado viés espacial, principalmente em relação à facilidade de acesso, no Brasil para angiospermas, artrópodes e vertebrados terrestres (Oliveira et al. 2016) e para peixes de água doce (Almeida et al. 2021). As Áreas Protegidas brasileiras também são afetadas, sendo que cerca de 50% delas não foram devidamente amostradas (Oliveira et al. 2017). Este é o caso do Pantanal que, além deste déficit amostral, possui uma extensão de cobertura de Áreas Protegidas que não abrangem a biodiversidade local adequadamente (Pott & Pott 2004, Oliveira et al. 2017).

Localizado na região central da América do Sul, o Pantanal está situado em sua maior parte no centro-oeste brasileiro, se estendendo a partes da Bolívia e do Paraguai e é uma das maiores extensões de áreas úmidas do planeta (Harris et al. 2005, Junk et al. 2006). O padrão

sazonal de inundação, marcado por períodos de águas altas e baixas, causa mudanças na paisagem e forma um mosaico de habitats variados, o que contribui para a diversidade na região (Junk et al. 2006, Alho 2008, Miranda et al. 2017). O Pantanal é a área úmida com maior riqueza de espécies de aves do mundo, com 617 espécies registradas (Nunes et al. 2021). A comunidade de aves do Pantanal é composta por aves residentes e migratórias, sendo uma área importante para reprodução e repouso (Junk et al. 2006, Pinho et al. 2017). A dinâmica e estrutura da comunidade da avifauna pantaneira estão fortemente ligadas à heterogeneidade ambiental e aos ciclos de inundação. Durante o período de águas baixas a disponibilidade de recursos aumenta (Figueira et al. 2006, Thomas et al. 2020), já o período da cheia favorece a ocorrência de aves aquáticas devido às regiões periodicamente alagadas (Figueira et al. 2006).

O cenário de escassez e viés amostral de dados biológicos no Pantanal é ainda mais preocupante diante das tendências de alteração do uso do solo no bioma. Isto porque o equilíbrio e integridade da biodiversidade do Pantanal vêm sendo colocados em risco, diante da expansão da agropecuária moderna que vem suprimindo o modelo tradicional local, contribuindo para o desmatamento e alteração da vegetação local substituída por espécies exóticas (Harris et al. 2005, Alho 2008). Além disso, embora não sejam novidade neste bioma, eventos de queimada têm ocorrido de maneira mais frequente e intensa (Libonati et al. 2020). Mesmo sendo uma região de destaque para o conhecimento ornitológico, muito avanço ainda se faz necessário nesta área no Pantanal. Registros incompletos e de baixa qualidade impõem desafios (Tubelis & Tomas 2003a, Junk et al. 2006), além disso, lacunas do conhecimento em relação à distribuição das espécies já foram relatadas (Junk et al. 2006, Oliveira et al. 2016), e parecem ser ainda mais evidentes na região central do Pantanal (Tubelis & Tomas, 2003a). A distribuição espacial dos estudos ornitológicos no bioma se comporta da mesma forma, estando relacionada à facilidade de acesso e infraestrutura (Frota et al. 2020, Fernández-Arellano et al. 2021) e o padrão temporal sofrendo influência da sazonalidade dos períodos de inundação (Fernández-Arellano et al. 2021).

Tendo em vista as consequências dos vieses amostrais para o conhecimento biológico é evidente a necessidade de desenvolvimento de ações a fim de combatê-los. Entretanto, para que isso ocorra é imprescindível que suas causas sejam identificadas (Hortal et al. 2015, Meyer et al. 2015). Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo investigar a influência de vieses amostrais sobre os registros de aves no Pantanal a partir de coleções biológicas, apurando especificamente as seguintes questões: (1) distribuição geográfica e viés espacial em relação à proximidade das rotas de acesso, (2) viés sazonal, (3) distribuição temporal

histórica e representatividade histórico-taxonômica, e (4) viés taxonômico para famílias de Passeriformes e não Passeriformes.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Registros de coleções biológicas*

Para obtenção dos registros de aves no Pantanal, foi construída uma base de dados com os registros localizados em toda a extensão pantaneira ao longo da América do Sul (Brasil, Bolívia e Paraguai, conforme Assine et al. 2015). Estes registros foram obtidos por meio dos repositórios online: GBIF (http://www.gbif.org), SIBBr (https://www.sibbr.gov.br/), Portal da Biodiversidade (portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/portal/), speciesLink (splink.cria.org.br) e VertNet (http://vertnet.org), além da Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Mato Grosso que ainda não está alocada em nenhum destes repositórios. As buscas nos repositórios foram realizadas no mês de outubro de 2020 utilizando o nome do grupo taxonômico de interesse (Aves) como palavra-chave e aplicando filtros para selecionar apenas registros de coleções biológicas como espécimes preservados, gravações sonoras e material biológico (sangue, tecido ou amostras de DNA). Selecionamos registros até o ano de 2019 com o objetivo de uniformizar os meses amostrados. Para selecionar a área de interesse, empregamos a função de delimitar um polígono incluindo geograficamente a área do Pantanal. Nos repositórios sem esta função disponível, selecionamos a área de interesse utilizando o nome dos estados que compreendem o Pantanal para o Brasil - Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS) - e diretamente pelo nome dos países, para o Paraguai e Bolívia. Em seguida, selecionamos apenas os pontos de ocorrência registrados dentro da extensão geográfica do Pantanal (Assine et al. 2015).

A base de dados passou por etapas de filtragem em sequência (Fig. 1), tendo início pela exclusão de registros possivelmente duplicados entre os diferentes repositórios utilizando como critério o número de tombo (para espécimes preservados e amostras de material biológico) e numeração da identidade do registro (para gravações sonoras). Com o objetivo de garantir maior precisão espacial, foram selecionados apenas registros com precisão de no mínimo duas casas decimais das coordenadas geográficas. A fim de evitar dados possivelmente georreferenciados a partir de localidades genéricas, excluímos registros localizados dentro de buffers com raio de 1 km criados a partir dos centróides dos municípios, conforme disponibilizados no site do IBGE (https://www.ibge.gov.br). A identificação taxonômica das espécies registradas foi atualizada de acordo com Pacheco et al.

(2021). Registros de localidades sabidamente fora do Pantanal foram considerados erros de atribuição de coordenadas e excluídos juntamente com os de espécies seguramente ausentes no Pantanal de acordo com Nunes et al. (2021; Tabela S1). A edição e filtragem da base de dados foram realizadas no ambiente R (R Core Team 2020) e as análises espaciais no software QGIS (2020).

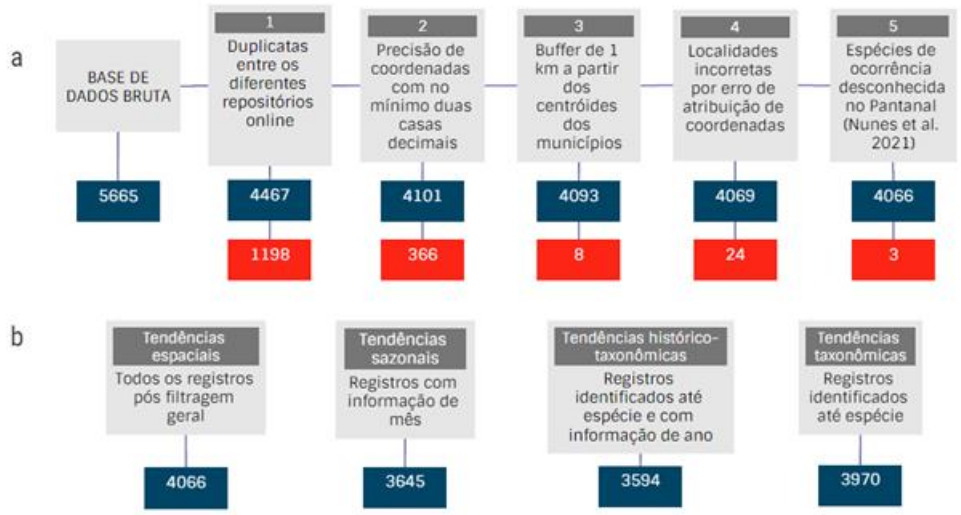


**Figura 1.** a) Sequência das etapas de filtragem a partir da base de dados bruta. Os números de 1 a 5 indicam a ordem das etapas e os números em azul e vermelho indicam, respectivamente, a quantidade de registros mantida e excluída em cada uma delas. b) Subconjuntos gerados discriminando os requisitos de seleção dos registros para cada seção, os números em azul indicam a quantidade de registros empregada nas análises.

*Tendências espaciais*

Para descrever o padrão espacial dos registros de coletas, utilizamos abordagens de múltiplas escalas com a construção de mapas de densidade Kernel com três tamanhos de raios (25, 50, 75 km) e de *grids* com resolução de 10 km, no qual o esforço amostral foi representado calculando a quantidade de registros por quadrícula. Optamos por estas abordagens para demonstrar tanto padrões de distribuição em escalas amplas quanto em escalas mais finas. Os mapas de Kernel foram construídos no QGIS e o *grid* através do pacote 'raster' v. 3.4-5 (Hijmans 2020) do ambiente R.

Para verificar se a distribuição espacial dos registros é influenciada pela proximidade das vias de acesso, calculamos a distância entre a via de acesso mais próxima de cada registro da base de dados (n=4.066) e de pontos gerados ao acaso. As vias de acesso foram obtidas através da base de dados OpenStreetMap (www.openstreetmap.org/), incluindo rodovias e

hidrovias. Os vetores foram verificados com o auxílio do Google Earth Pro 7.3.4.8248 (2020) a fim de eliminar vetores duplicados ou incertos utilizando o software QGIS (2020). As distâncias obtidas foram comparadas através do teste de Mann-Whitney para determinar se havia diferença significativa entre os valores de distância observados e aleatórios. Este processo foi repetido 1.000 vezes para quantificar a porcentagem de testes com significância de $p<0.05$. As análises foram realizadas no ambiente R através dos pacotes 'stats' v. 4.0.2 (R Core Team 2020) e 'rgeos' v. 0.5-5 (Bivand & Rundel 2020).

*Tendências sazonais*

O viés sazonal foi investigado pela correlação entre esforço amostral (total de registros) e a extensão (em km²) de área inundada no Pantanal através do teste de Spearman. Para esta análise foram considerados apenas os registros com informação do mês de coleta (n=3.645: 89,6% do total de registros). Os dados referentes a extensão de área inundada mensal foram obtidos através do trabalho de Paz et al. (2011). Neste estudo foi criado um modelo matemático utilizando dados de um período de mais de 11 anos. A simulação descreve padrões espaciais de acúmulo da água e propagação da inundação ao longo da planície, considerando a variação desta inundação nas diferentes regiões do Pantanal, que ocorrem de maneira não sincronizada. A análise de correlação foi realizada através do pacote 'stats' v. 4.0.2 do R (R Core Team 2020).

*Tendências histórico-taxonômicas*

Nesta análise foram selecionados apenas os registros identificados até o nível de espécie e com informação de ano de coleta (n=3.594; 88,3% do total). Foram geradas curvas de acumulação de espécies, para Passeriformes e não Passeriformes, baseadas na progressão da porcentagem acumulada de espécies registradas ao longo dos anos em função da riqueza total de aves conhecida do Pantanal (Nunes et al. 2021).

*Tendências taxonômicas*

Para verificar o viés taxonômico no nível de família utilizamos a taxa de viés relativo ($BR_i$; Nemésio et al. 2013) calculada baseada na riqueza total de espécies para o Pantanal que foi estabelecida conforme Nunes et al. (2021; n=617 Tabela S2) e foram selecionados apenas registros identificados até espécie (n=3.970: 97,6% do total de registros). As seguintes equações foram empregadas:

(1) $BR_i = a_i/b_i$

(2) $BR_i = (b_i/a_i) \times (-1)$

Para cada família ($i$), foi calculada a porcentagem de contribuição desta família para riqueza total de espécies registrada na base de dados ($a_i$) e para a riqueza total de espécies do que é conhecido no Pantanal ($b_i$). Quando $a_i > b_i$ utilizamos a equação 1, quando $a_i < b_i$ empregamos a equação 2. Valores positivos de $BR_i$ sugerem super-representação da família $i$,enquanto valores negativos sub-representação sobre o que é esperado levando em conta sua contribuição para a riqueza total de espécies. Famílias monoespecíficas (dentro do Pantanal) foram excluídas desta análise, considerando que a mera presença de suas espécies na base obrigatoriamente torna a família super-representada de acordo com o índice, já que sempre terá sua riqueza máxima [n=1] dividida por um valor de riqueza geral menor do que o conhecido para o Pantanal. As famílias foram discriminadas entre aquelas da ordem Passeriformes *versus* "não Passeriformes". A fim de identificar lacunas de coletas para a diversidade de aves pantaneira, também quantificamos as espécies esperadas para o Pantanal mas que não possuem registro na base de dados (Tabela S2).

## RESULTADOS

Após processamento, filtragem e correções obtivemos uma base de dados contendo 4.066 registros com 364 espécies provenientes de 20 coleções (Tabela S3). Desses registros, 2.619 resultam de espécimes preservados, 1.321 de registros sonoros e 126 de amostras de material biológico.

### *Tendências espaciais*

Dos países que fazem parte do Pantanal, o Brasil possui o maior número de registros (n=3.728), seguido do Paraguai e Bolívia com 216 e 122 registros, respectivamente. A distribuição espacial dos registros está concentrada principalmente na região norte do Pantanal, sobretudo nas adjacências dos municípios de Poconé, Cáceres e ao longo da Rodovia Transpantaneira, todos no Mato Grosso. Na região sul, as maiores densidades de registros estão localizadas nas proximidades dos municípios Porto Murtinho, Miranda e Aquidauana no Mato Grosso do Sul. A porção central do Pantanal mostrou-se subamostrada (Fig. 2 e S1).

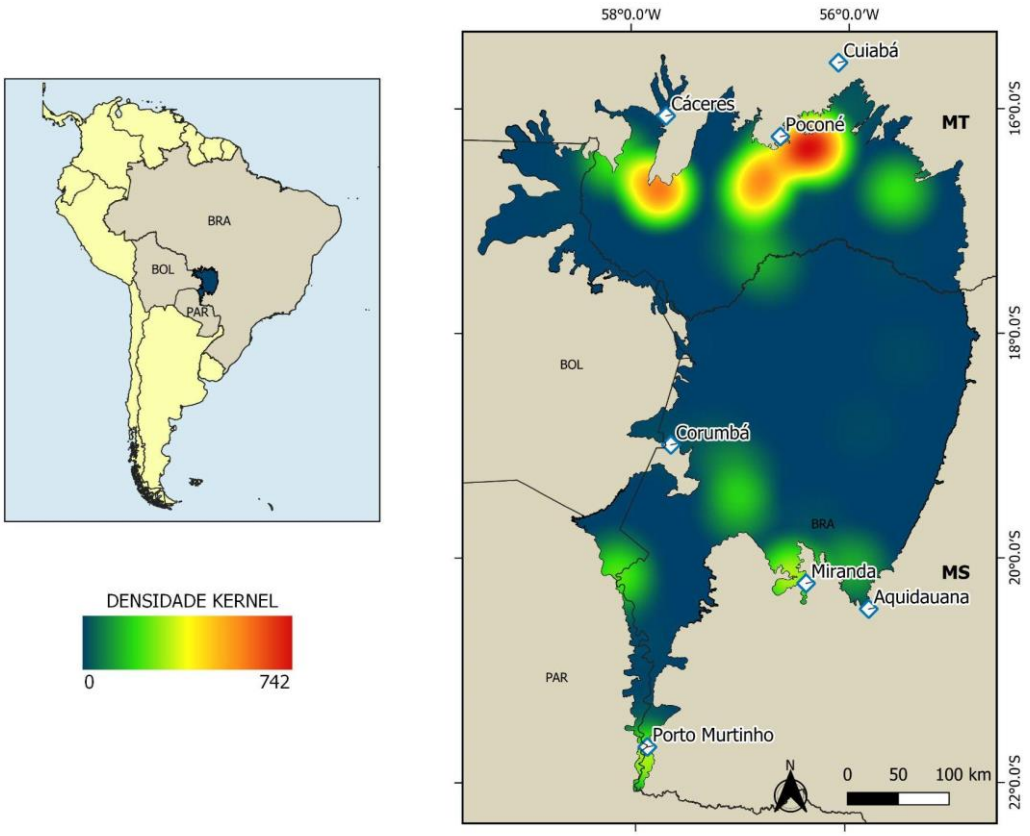


**Figura 2.** Mapa de densidade de Kernel com raio de 50 km ilustrando a concentração dos registros de aves no Pantanal, provenientes de coleções e com precisão geográfica. A densidade está indicada pelo gradiente de cores, no qual azul representa baixa densidade e vermelho alta densidade. As cidades com maior concentração de registros estão representadas pelos losangos brancos. Os acrônimos indicam a Bolívia (BOL), o Paraguai (PAR) e, no Brasil (BRA), os estados do Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS).

A análise dos dados em quadrículas de 10x10 km mostra baixa cobertura amostral. Apenas 5,9%, das 1.551 quadrículas compreendendo o território do Pantanal, foram amostradas e, dessas, somente 39% possuem mais de 10 registros. Cinco quadrículas divergem da tendência geral e acumulam mais de 200 registros cada, quantidade consideravelmente superior comparativamente às demais. Dessas, as quadrículas mais amostradas possuem 505 e 601 registros e estão localizadas respectivamente na região do distrito de Pirizal (divisa de Poconé e Nossa Senhora do Livramento) e na Fazenda Descalvados (em Cáceres), ambas no estado de Mato Grosso (Fig. S2).

O esforço amostral revelou sofrer forte influência da proximidade com as rotas de acesso. Mais de 75% dos registros estão localizados a uma distância menor que 1 km de uma

via de acesso. Em 100% das análises, a mediana da distância observada foi menor que as das distâncias obtidas nas 1.000 aleatorizações ($p<0.001$; Fig. 3).

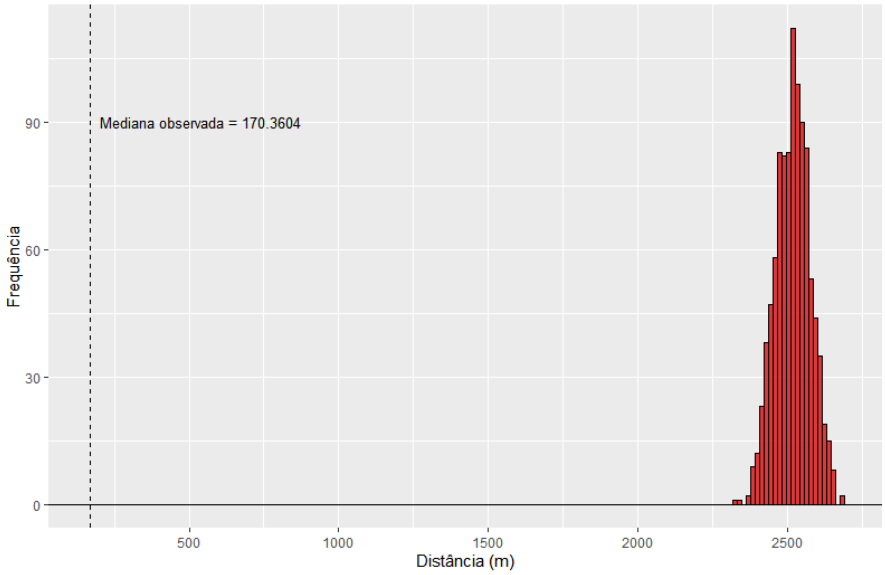


**Figura 3.** Medianas das distâncias entre os registros e a via de acesso mais próxima, representada por rodovias e hidrovias. A linha tracejada descreve a mediana da distância observada para a base de dados (170.36 m) e as barras vermelhas as medianas das distâncias obtidas em 1.000 aleatorizações.

*Tendências sazonais*

A quantidade de registros se mostrou negativamente correlacionada à extensão de área inundada no Pantanal ao longo dos meses ($\rho$ = -0.80, $p<0.05$), indicando um viés sazonal em função da quantidade de área inundada no Pantanal. Os meses de julho a novembro concentram 68% do total de registros, frequentemente superando 500 registros cada, e coincidem com o período em que há menor extensão de área inundada no Pantanal, raramente passando dos 50.000 km². Nos meses em que há maior extensão de inundação (dezembro a junho) o total de registros foi sempre inferior a 210 por mês. Setembro é o mês com maior número de registros e com menor extensão de área inundada, o oposto ocorre no mês de março (Fig. 4).

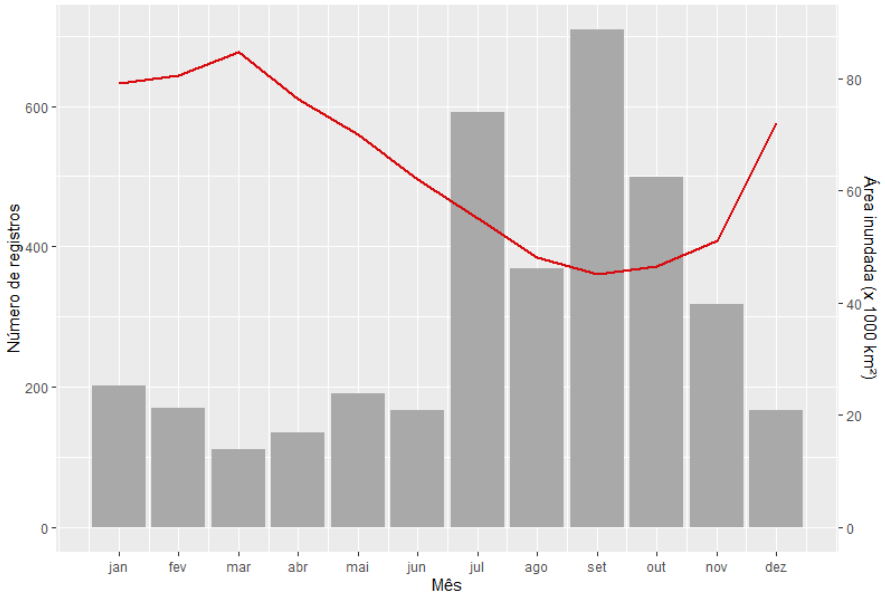


**Figura 4.** Variação mensal da somatória de registros de aves coletadas, gravadas ou material biológico e com precisão geográfica obtidos historicamente no Pantanal (barras cinza, eixo da esquerda). Média mensal da de extensão da área inundada no Pantanal estimada por Paz et. al. (2011; linha vermelha, eixo da direita).

*Tendências histórico-taxonômicas*

A amplitude temporal dos registros obtidos foi de 1823 até 2019. O esforço amostral é reduzido até o ano de 1925, quando ocorre o primeiro pico amostral, seguido dos anos 2005 e 2019, os quais tiveram mais de 300 registros cada. Durante quatro décadas, entre 1945 e 1985, houve uma grande lacuna temporal de coleta, com apenas um registro durante este período. Ao fim deste intervalo, os Passeriformes, que até o momento possuíam uma proporção de espécies acumuladas inferior à de não Passeriformes, passam a acumular novas espécies registradas, superando a proporção de não Passeriformes no ano 2000 (Fig. 5).

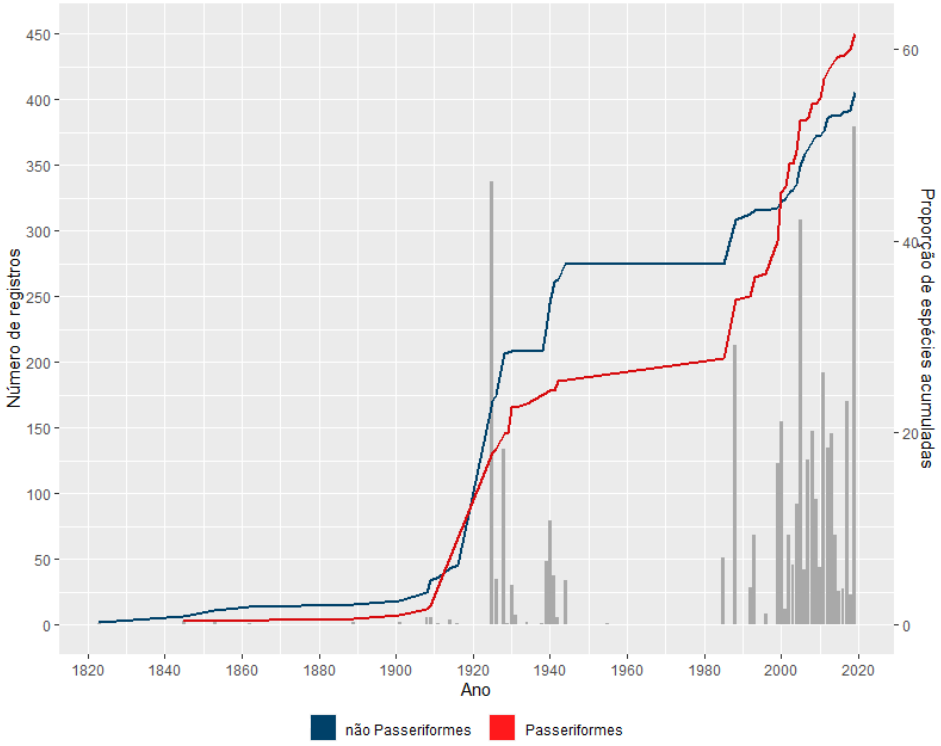


**Figura 5.** Número de registros por ano para aves no Pantanal presentes em coleções e com precisão geográfica (barras cinza, eixo da esquerda). Proporção de espécies acumuladas ao longo dos anos para não Passeriformes (linha azul, eixo da direita) e Passeriformes (linha vermelha, eixo da direita).

*Tendências taxonômicas*

Das 617 espécies reconhecidas para o Pantanal (Nunes et al. 2021), 253 não estão presentes na base de dados, sendo 140 não Passeriformes e 113 Passeriformes (Tabela S2). Das espécies amostradas, mais de 60% possuem menos de 10 registros (Fig. 6a). A quantidade de famílias super-representadas mostrou-se equilibrada para Passeriformes e não Passeriformes. Por outro lado, considerando as famílias sub-representadas, há uma clara preponderância de não Passeriformes, que figura 75% das famílias classificadas como sub-representadas (Fig. 6b).

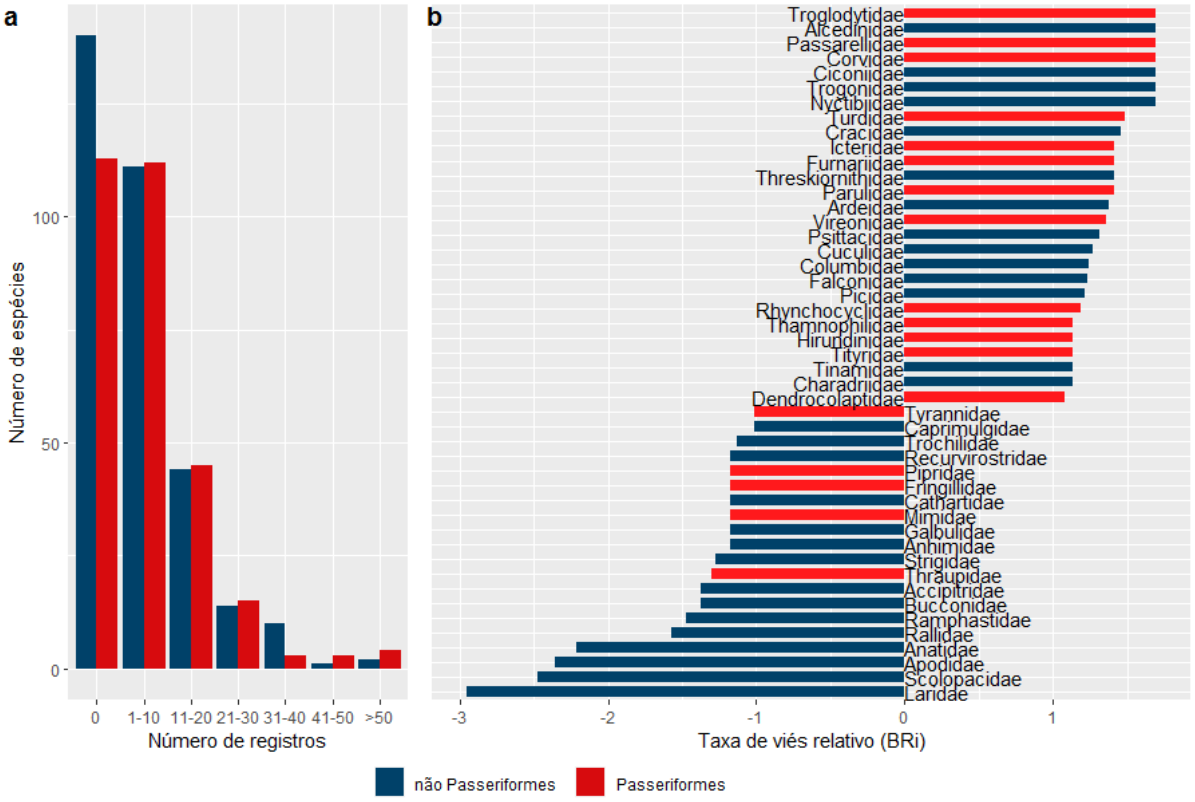


**Figura 6.** Representatividade de aves não Passeriformes e Passeriformes entre as espécies coletadas, gravadas ou com amostra de material biológico e precisão geográfica obtidas historicamente no Pantanal. (a) Total de espécies de aves na base de dados em função da quantidade de registros. (b) Taxa de viés relativo das famílias amostradas que estão super (barras à direita no eixo vertical) ou sub-representadas (barras à esquerda no eixo vertical).

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a presença de vieses amostrais espaciais, temporais, sazonais e taxonômicos para os registros de aves no Pantanal provenientes de coleções. Com quase 95% de sua extensão não amostrada, a cobertura espacial dos registros é insuficiente e limitada a poucas localidades bem representadas. A maioria dos registros se concentra durante o período com menor extensão de área inundada no Pantanal, resultando em uma subamostragem no período de cheia. A amostragem não é uniforme temporalmente com uma estagnação no número de registros por um período de quarenta anos tendo como consequência uma lacuna histórica. A quantidade de espécies não amostradas é expressiva, principalmente para os não Passeriformes.

O Pantanal está majoritariamente localizado em território brasileiro, portanto é esperado que houvesse uma alta concentração de registros provenientes do Brasil, como

encontrado nos resultados. Apesar de terem menor extensão, é importante reforçar que as porções do Pantanal localizadas na Bolívia e no Paraguai representam regiões ecologicamente únicas sofrendo forte influência do Chaco (Benites et al. 2017). A escassez de registros e estudos realizados com aves nestes locais já foi relatada (Frota et al. 2020, Fernández-Arellano et al. 2021, Nunes et al. 2021) e pode afetar o conhecimento ornitológico do Pantanal. Questões como logística e facilidade de acesso tem forte influência no padrão de distribuição dos registros de aves no Pantanal. Os locais com as maiores densidades de registros têm como característica em comum a proximidade com áreas urbanizadas e estão em sua maioria localizados na região norte do Pantanal. Além disso, a amostragem é positivamente influenciada em relação à distância das rotas de acesso. Este padrão de distribuição é comum e já foi identificado para aves em outras regiões (Reddy & Dávalos 2003, Ferrer et al. 2006) e para outros táxons (Stropp et al. 2016, Daru et al. 2018, Zamora-Gutierrez et al. 2019). Isso pode explicar o evidente déficit de registros na porção central do Pantanal, já que é uma região não urbanizada e com grande limitação de acesso devido à escassez de estradas que, quando disponíveis, possuem condições precárias. Essa tendência foi encontrada para estudos em geral realizados com aves no Pantanal, que estão concentrados em locais com disponibilidade de infraestrutura ou acessibilidade e com baixa representatividade na região central (Frota et al. 2020, Fernández-Arellano et al. 2021).

Apesar de justificar a sub-representação da porção central, as limitações de acesso e logística não podem ser associadas ao contraste encontrado entre as densidades de registros das regiões norte e sul do Pantanal, para as quais poderia ser esperada uma distribuição mais equilibrada. Entretanto, o padrão identificado é compatível com a tendência de locais próximos a centros de pesquisa serem mais intensamente amostrados (Dennis & Thomas 2000, Ferrer et al. 2006, Almeida et al. 2021). Com grande densidade de registros, a região norte do Pantanal está a uma curta distância da Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Mato Grosso, a qual é responsável por mais de 22% dos registros da base de dados (n=942). Por outro lado, a ausência de coleções ornitológicas próximas à região sul pode estar relacionada à baixa densidade de registros comparativamente ao norte.

A acumulação de registros durante o período com menor extensão de área inundada no Pantanal pode estar sendo motivada por dois fatores. O primeiro está novamente ligado à limitação de acesso no Pantanal, que é mais intensa durante o período de inundação, quando até 80% da sua extensão pode estar submersa (Junk et al. 2006). Este padrão está de acordo com a tendência de a maioria dos estudos com aves realizados no Pantanal ocorrerem durante a estação seca (Fernández-Arellano et al. 2021), sendo este o período mais favorável para

expedições. O segundo é a tendência em dirigir o esforço amostral para situações em que há expectativa de sucesso de coleta de uma grande quantidade de espécies, chamado de viés de riqueza de espécies (Sastre & Lobo 2009). Esse viés é habitualmente relatado espacialmente para localidades consideradas mais biodiversas que são exaustivamente amostradas (Dennis & Thomas 2000, Sánchez-Fernández et al 2008). Este mesmo viés pode motivar o esforço de coleta durante a estação seca no Pantanal quando uma riqueza de espécies maior é esperada (Thomas et al. 2020), além de ser o período reprodutivo de muitas espécies de aves no Pantanal (Pinho & Marini 2014).

Historicamente, a distribuição temporal dos registros de aves no Pantanal não ocorre de maneira uniforme e a amostragem é bastante limitada nos primeiros anos. A partir do ano de 1925, quando ocorre o primeiro pico amostral, o padrão de amostragem passa a ser caracterizado por eventos pontuais separados por longos intervalos temporais, sendo cada um dos picos derivados de coletas de um único museu (obs. pess.). É só a partir dos anos 2000 que os eventos amostrais passam a acontecer com mais frequência e em intervalos temporais mais curtos. Isso ocorre simultaneamente ao início da atividade de coletas da Universidade Federal de Mato Grosso, localizada a uma curta distância do Pantanal norte, o que pode explicar esse aumento na frequência dos registros, já que a proximidade de centros de pesquisa e a presença de especialistas influenciam o esforço amostral positivamente (Nelson et al. 1990, Dennis & Thomas 2000, Ferrer et al. 2006, Almeida et al. 2021). É importante destacar que apesar do evidente acréscimo para o conhecimento ornitológico do Pantanal a partir dos anos 2000, lacunas relatadas anteriormente a este período persistem como a subamostragem da porção central do Pantanal (Tubelis & Tomas 2003a). Isso reforça que, para reduzir lacunas do conhecimento efetivamente, não basta aumentar a quantidade de registros, sendo necessário realizar amostragens de maneira estratégica e sistematizada.

Por pouco mais de um século, o grupo dos não Passeriformes constituiu a maior proporção de espécies acumuladas no Pantanal. No entanto, a partir da década de 1980, é possível perceber um aumento considerável no registro de novas espécies de Passeriformes, superando os não Passeriformes no ano de 2000. Esta inversão de representatividade parece acompanhar mudanças metodológicas no registro de aves no Brasil e no neotrópico. A partir do ano de 1985, gravações sonoras tornam-se frequentes, o que pode ter facilitado o registro de espécies de mais difícil coleta e antes não amostradas no bioma. Além disso, o estabelecimento das redes de neblina como método de coleta, a partir da década de 1960, causou uma revolução na forma de amostrar aves (Piacentini et al. 2010) e pode ter colaborado para o aumento da representatividade de Passeriformes nas coleções.

A preponderância do uso das redes de neblina em relação a outros métodos restringiu a amostragem de alguns grupos de aves que possuem características que dificultam a coleta com esse método. Aves que andam no chão, que são ativas em níveis acima da operação das redes e com grande quantidade de massa corporal tendem a ser sub amostradas pelas redes de neblina (Karr 1981). Além disso, a predominância do uso de redes com malha de 36 mm na região Neotropical, como relatado por Whitman (1990), restringe ainda mais a amostragem de aves. Isso é consistente com a predominância de famílias de não Passeriformes sub-representadas segundo a taxa de viés relativo ($BR_i$), sendo que boa parte dessas dependem de esforço amostral dedicado para que sejam registradas ou estão fora do padrão corporal adequado para coleta com redes de neblina. Esse é o caso de famílias como Rallidae, que se movimentam sobretudo andando (Sick 1997) ou de famílias como Anatidae, Scolopacidae e Recurvirostridae, que habitam ambientes aquáticos (Sick 1997), cujo registro pode ser desafiador devido a dificuldade de acesso a esses locais. Famílias que possuem hábitos noturnos como Strigidae e Caprimulgidae (Sick 1997) dependem de expedições durante seu período de atividade para que sejam registradas. Este resultado demonstra que não apenas o tamanho corporal (Gaston & Blackburn 1994, Gaston et al. 1995, Guerra et al. 2020), mas o comportamento e ecologia das espécies pode afetar as tendências amostrais (MacArthur & MacArthur 1974, Piacentini et al. 2010).

De forma geral, o avanço do conhecimento ornitológico do Pantanal está sendo atrasado pelos vieses sob aos quais está sujeito. Simulações indicam que dados coletados sob a influência de vieses, como os que ocorrem para aves no Pantanal, são pouco eficientes para retratar padrões de riqueza e de distribuição em comparação a métodos não enviesados (Sastre & Lobo 2009). O viés espacial causado pela facilidade de acesso e logística pode resultar em produtos que não representam a real extensão espacial em que as espécies ocorrem, impedindo a identificação adequada de padrões de distribuição. Além disso, pode prejudicar a percepção sobre a estrutura das comunidades, considerando que a composição de espécies de aves e de outros táxons tende a apresentar diferenças significativas em relação à distância das vias de acesso (Wellicome et al. 2014, Oliveira et al. 2016). Por fim, o viés sazonal pode gerar impactos diretos sobre o conhecimento acerca das aves migratórias, sendo que os períodos sub-amostrados coincidem com o período de migração de espécies Neárticas e Austrais (Fernández-Arellano et al. 2021), com impactos diretos na conservação dessas aves.

É importante ressaltar que os resultados deste estudo refletem um recorte dos registros de aves no Pantanal provenientes das coleções que, salvo a coleção ornitológica da UFMT,

estão disponíveis em repositórios online de dados de biodiversidade e foram sujeitos a critérios de filtragem. Como efeito disso, coleções que não preencheram estes requisitos podem estar sub-representadas ou até mesmo ausentes desta base de dados. Uma exclusão significativa por este motivo foi a do *American Museum of Natural History* (AMNH), que possui espécimes de aves coletadas no Pantanal nas décadas de 1800, 1900 e 1910 (Tubelis & Tomas 2003a) e está disponível no GBIF, porém apenas 3% dos registros desta coleção estão georreferenciados neste repositório (obs. pess., Trombone 2013). Os benefícios promovidos pela digitalização e alocação de coleções nestes repositórios são evidentes (Page et al. 2015), porém é necessário notar que isso não garante que estas informações estarão disponíveis em sua forma integral e atualizada. Por outro lado, a ausência desses dados neste trabalho não parece ter grandes efeitos sobre os resultados gerais aqui reportados, já que o padrão histórico/temporal detectado aqui é bastante similar ao encontrado por Tubelis e Tomas (2003b), os quais incluíram os dados do AMNH.

O reconhecimento da presença dessas lacunas e vieses para aves no Pantanal evidencia a necessidade na continuação da coleta destes dados de biodiversidade realizada pelas coleções biológicas. As adversidades impostas pelas dinâmicas únicas do Pantanal são desafiadoras e intensificam os vieses amostrais que estão atuando sobre o conhecimento ornitológico nesta ecorregião. Reduzir lacunas e vieses é necessário, porém esta não é uma tarefa fácil e demanda esforços que não devem se limitar simplesmente a aumentar o número de registros, mas sim realizá-los com planejamento estratégico. Para isso faz-se necessário investimento para solucionar as dificuldades logísticas principalmente no que diz respeito ao acesso a áreas remotas. Expedições futuras devem priorizar o período de cheia, que é escassamente amostrado, o mesmo valendo para localidades pouco exploradas, principalmente a região central do Pantanal, o que já tem sido sugerido por análises complementares (Frota et al. 2020, Fernández-Arellano et al. 2021). Além de contribuir para uma maior uniformidade na distribuição dos registros, a amostragem nessa região possui potencial de registros diferentes devido à baixa urbanização no local (Oliveira et al. 2016). Adicionalmente, esforços com o objetivo de reduzir o viés taxonômico e amostrar espécies que não possuem registro nas coleções se fazem necessários, para isso é essencial que se faça uso de métodos de coleta combinados a fim de aumentar possibilidade de registro de diferentes espécies.

## REFERÊNCIAS

Alho C (2008) Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. Brazilian J Biol 68:957–966. https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005

Almeida TC, Tessarolo G, Nabout JC, Teresa FB (2021) Non-stationary drivers on fish sampling efforts in Brazilian freshwaters. Divers Distrib 27:1224–1234. https://doi.org/10.1111/ddi.13269

Assine ML, Merino ER, Pupim F do N, et al. (2015) The Quaternary alluvial systems tract of the Pantanal Basin, Brazil. Brazilian J Geol 45:475–489. https://doi.org/10.1590/2317-4889201520150014

Bennett GF, Lopes O de S (1980) Blood parasites of some birds from São Paulo State, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 75:117–134. https://doi.org/10.1590/S0074-02761980000100012

Benites M, Mamede S, Carvalho G, et al. (2017) Assessment of avian occurrence in the Brazilian chaco. Int J Avian & Wildlife Biol 2:99-113. https://10.15406/ijawb.2017.02.00026

Bivand R, Rundel C (2020) rgeos: Interface to Geometry Engine - Open Source ('GEOS'). R package version 0.5-5. https://CRAN.R-project.org/package=rgeos

Boakes EH, McGowan PJK, Fuller RA, et al. (2010) Distorted views of biodiversity: spatial and temporal bias in species occurrence data. PLoS Biol 8:e1000385. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000385

Collen B, Ram M, Zamin T, McRae L (2008) The Tropical Biodiversity Data Gap: Addressing Disparity in Global Monitoring. Trop Conserv Sci 1:75–88. https://doi.org/10.1177/194008290800100202

Daru BH, Park DS, Primack RB, et al. (2018) Widespread sampling biases in herbaria revealed from large-scale digitization. New Phytol 217:939–955. https://doi.org/10.1111/nph.14855

Dennis RLH, Thomas CD (2000) Bias in butterfly distribution maps the influence of hot spots and recorder's home range. J Insect Conserv 4:73–77. https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1009690919835

Fernández-Arellano GJ, Teixido AL, Bernardon B, et al. (2021) Knowledge gaps and biases in the Pantanal indicate future directions for ornithological research in large wetlands. Ibis 163:784–797. https://doi.org/10.1111/ibi.12931

Ferrer X, Carrascal LM, Gordo O, Pino J (2006) Bias in avian sampling effort due to human preferences: An analysis with catalonian birds (1900 - 2002). Ardeola 53:213–227

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 J Biol 66:393–404. https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300003

Frota AVB, Vitorino BD, Nunes JR da S, da Silva CJ (2020) 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

Garcillán PP, Ezcurra E (2011) Sampling procedures and species estimation: testing the effectiveness of herbarium data against vegetation sampling in an oceanic island. J Veg Sci 22:273–280. https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01247.x

Gaston KJ, Blackburn TM (1994) Are Newly Described Bird Species Small-Bodied? Biodivers Lett 2:16–20. https://doi.org/10.2307/2999696

Gaston KJ, Blackburn TM, Loder N (1995) Which species are described first?: the case of North American butterflies. Biodivers Conserv 4:119–127. https://doi.org/10.1007/BF00137780

Guerra V, Jardim L, Llusia D, et al. (2020) Knowledge status and trends in description of amphibian species in Brazil. Ecol Indic 118:106754. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106754

Harris MB, Tomas W, Mourão G, et al. (2005) Safeguarding the Pantanal Wetlands: Threats and Conservation Initiatives. Conserv Biol 19:714–720. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00708.x

Hijmans R J (2020) raster: geographic data analysis and modeling. R package version 3.4-5. https://CRAN.R-project.org/package=raster

Hortal J, de Bello F, Diniz-Filho JAF, et al (2015) Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. Annu Rev Ecol Evol Syst 46:523–549. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400

IUCN. (2012) IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1.(Ribeiro et al. 2016) Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32pp.

Johnson RR, Brown BT, Haight LT, Simpson JM (1981) Playback recordings as a special avian censusing technique. Stud Avian Biol 6:68–75

Junk WJ, da Cunha CN, Wantzen KM, et al (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

Kadmon R, Farber O, Danin A (2004) Effect of roadside bias on the accuracy of predictive maps produced by bioclimatic models. Ecol Appl 14:401–413. https://doi.org/10.1890/02-5364

Kochmer JP, Wagner RH (1988) Why are There so Many Kinds of Passerine Birds? Because

They Are Small. A Reply to Raikow. Syst Zool 37:68. https://doi.org/10.2307/2413193

Ladle R, Whittaker R (2011). Conservation Biogeography. 1st ed. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781444390001

Lees AC, Rosenberg K V., Ruiz-Gutierrez V, et al (2021) A roadmap to identifying and filling shortfalls in Neotropical ornithology. Auk 137:1–17. https://doi.org/10.1093/auk/ukaa048

Libonati R, DaCamara CC, Peres LF, et al. (2020) Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. Nature 588:217–219. https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1

MacArthur RH, MacArthur AT (1974) On the use of mist nets for population studies of birds. Proc Natl Acad Sci U S A 71:3230–3233. https://doi.org/10.1073/pnas.71.8.3230

Meyer C, Kreft H, Guralnick R, Jetz W (2015) Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. Nat Commun 6:8221. https://doi.org/10.1038/ncomms9221

Meyer C, Weigelt P, Kreft H (2016) Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. Ecol Lett 19:992–1006. https://doi.org/10.1111/ele.12624

Miranda CS, Gamarra RM, Mioto CL, et al. (2017) Analysis of the landscape complexity and heterogeneity of the Pantanal wetland. Brazilian J Biol 78:318–327. https://doi.org/10.1590/1519-6984.08816

Nelson BW, Ferreira CAC, da Silva MF, Kawasaki ML (1990) Endemism centres, refugia and botanical collection density in Brazilian Amazonia. Nature 345:714–716. https://doi.org/10.1038/345714a0

Nemésio A, Seixas DP, Vasconcelos HL (2013) The public perception of animal diversity: What do postage stamps tell us? Front Ecol Environ 11:9–10. https://doi.org/10.1890/13.WB.001

Nunes AP, Posso SR, Frota AVB da, et al. (2021) Birds of the Pantanal floodplains, Brazil: historical data, diversity, and conservation. Pap Avulsos Zool 61:e20216182. https://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.82

Oliveira U, Paglia AP, Brescovit AD, et al. (2016) The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. Divers Distrib 22:1232–1244. https://doi.org/10.1111/ddi.12489

Oliveira U, Soares-Filho BS, Paglia AP, et al. (2017) Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. Sci Rep 7:1–9. https://doi.org/10.1038/s41598-017-08707-2

Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, et al. (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

Page LM, Macfadden BJ, Fortes JA, et al. (2015) Digitization of Biodiversity Collections Reveals Biggest Data on Biodiversity. Bioscience 65:841–842. https://doi.org/10.1093/biosci/biv104

Paz AR da, Collischonn W, Tucci CEM, Padovani CR (2011) Large-scale modelling of channel flow and floodplain inundation dynamics and its application to the Pantanal (Brazil). Hydrol Process 25:1498–1516. https://doi.org/10.1002/hyp.7926

Piacentini VQ, Silveira LF, Straube FC (2010) A coleta de aves e a sua preservação em coleções científicas. In: Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de levantamento e pesquisa de campo. pp 1–18

Pinho JB, Marini M (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

Pinho JB, Aragona M, Hakamada KYP, Marini M (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

Pott A, Pott VJ (2004) Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. Wetl Ecol Manag 12:547–552. https://doi.org/10.1007/s11273-005-1754-1

R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

Raikow RJ (1986) Why are There so Many Kinds of Passerine Birds? Syst Zool 35:255–259. https://doi.org/10.2307/2413436

Reddy S, Dávalos LM (2003) Geographical sampling bias and its implications for conservation priorities in Africa. J Biogeogr 30:1719–1727. https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00946.x

Ribeiro GVT, Teixido AL, Barbosa NPU, Silveira FAO (2016) Assessing bias and knowledge gaps on seed ecology research: implications for conservation agenda and policy. Ecol Appl 26:2033–2043. https://doi.org/10.1890/15-1852.1

Rocchini D, Hortal J, Lengyel S, et al (2011) Accounting for uncertainty when mapping species distributions: The need for maps of ignorance. Prog Phys Geogr 35:211–226. https://doi.org/10.1177/0309133311399491

Ronquillo C, Alves-Martins F, Mazimpaka V, et al (2020) Assessing spatial and temporal biases and gaps in the publicly available distributional information of Iberian mosses. Biodivers Data J 8:1–28. https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53474

Sánchez-Fernández D, Lobo JM, Abellán P, et al (2008) Bias in freshwater biodiversity sampling: The case of Iberian water beetles. Divers Distrib 14:754–762. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00474.x

Sastre P, Lobo JM (2009) Taxonomist survey biases and the unveiling of biodiversity patterns. Biol Conserv 142:462–467. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.11.002

Sibley CG, Ahlquist JE (1990) Phylogeny and classification of birds: a study in molecular evolution. Yale University Press., New Haven, Connecticut, 976 pp.

Sick H (1997) Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 pp.

Silva JMC, Oren DC, Lima M de FCL (2005) Fernando Novaes : O Fundador da Moderna Ornitologia Brasileira. Bol Mus Para Emílio Goeldi, série Ciênc Nat, 1:249–254

Stropp J, Ladle RJ, Ana AC, et al. (2016) Mapping ignorance: 300 years of collecting flowering plants in Africa. Glob Ecol Biogeogr 25:1085–1096. https://doi.org/10.1111/geb.12468

Thomas KPCS, Bueno E da R, Teixido AL, de Pinho JB (2020) Seasonality determines bird abundance, richness, and diversity among contrasting forest environments in the northern Pantanal. Ornithol Res 28:51–56. https://doi.org/10.1007/s43388-020-00006-1

Trombone T (2013) AMNH Bird Collection. American Museum of Natural History. Occurrence dataset https://doi.org/10.15468/xvzdcm accessed via GBIF.org on 2022-01-12.

Tubelis DP, Tomas WM (2003a) Bird species of the Pantanal wetland, Brazil. Ararajuba 11:5–37

Tubelis DP, Tomas WM (2003b) The contributions of museum collections and of records not involving collections to the knowledge of the bird species composition of the Pantanal, Brazil. Ararajuba 11:207–214

Wellicome TI, Kardynal KJ, Franken RJ, Gillies CS (2014) Off-road sampling reveals a different grassland bird community than roadside sampling: implications for survey design and estimates to guide conservation. Avian Conserv Ecol 9:1–12. https://doi.org/10.5751/ACE-00624-090104

Whitman A (1990) Use of mist nets for study of Neotropical bird communities. Stud Avian Biol 29:161–167

Yang W, Ma K, Kreft H (2013) Geographical sampling bias in a large distributional database and its effects on species richness-environment models. J Biogeogr 40:1415–1426. https://doi.org/10.1111/jbi.12108

Zamora-Gutierrez V, Amano T, Jones KE (2019) Spatial and taxonomic biases in bat records: Drivers and conservation implications in a megadiverse country. Ecol Evol 9:14130–14141. https://doi.org/10.1002/ece3.5848

## APÊNDICE 1

*Tabelas e figuras suplementares*

**Tabela S1.** Registros excluídos nas duas últimas etapas de filtragem informando o número de identificação do registro (* = registros provenientes do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade não possuem número de identificação tendo em vista o Portal da Biodiversidade, repositório de onde foram obtidos, não informa o museu para onde o material foi encaminhado), nome da espécie, coleção de onde são provenientes (MCZ-HU = *Museum of Comparative Zoology – Harvard University*; CLO ML = *Cornell Lab of Ornithology – Macaulay Library*; SISBIO-DIBIO = Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; YPM VZ = *Yale Peabody Museum - Vertebrate Zoology*; MN UFRJ = Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro; NL= *Naturalis Biodiversity Center*; COUFMT = Coleção Ornitológica – Universidade Federal de Mato Grosso; UMMZ = *University of Michigan Museum of Zoology*; NYSM = *New York State Museum*), tipo do registro, justificativa para exclusão e referência bibliográfica utilizada.

| Espécie | Coleção | Identificação do registro | Tipo de registro | Justificativa | Referência |
|---|---|---|---|---|---|
| *Aburria aburri* | MCZ-HU | MCZ 352301 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (localidade imprecisa) | Assine et al. 2015 |
| *Arremon flavirostris* | MCZ-HU | MCZ 198729 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Baryphthengus ruficapillus* | MCZ-HU | MCZ 273598 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Clibanornis rectirostris* | MCZ-HU | MCZ 198504 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Coryphospingus cucullatus* | MCZ-HU | MCZ 198732 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Coryphospingus cucullatus* | MCZ-HU | MCZ 198733 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Coryphospingus cucullatus* | MCZ-HU | MCZ 198739 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Culicivora caudacuta* | MCZ-HU | MCZ 154617 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Dendroma rufa* | MCZ-HU | MCZ 198508 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Diopsittaca nobilis* | MCZ-HU | MCZ 198338 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Furnarius rufus* | MCZ-HU | MCZ 198488 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Gallus gallus* | CLO-ML | CLO 34849 | Gravação sonora | Espécie doméstica | Nunes et al. 2021 |
| *Gallus gallus* | SISBIO-ICMbio | * | Material biológico | Espécie doméstica | Nunes et al. 2021 |
| *Hemitriccus margaritaceiventer* | MCZ-HU | MCZ 198583 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Leptotila megalura* | YPM-VZ | YPM ORN 031578 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (genéricas para Am. do Sul) | Assine et al. 2015 |
| *Momotus momota* | MCZ-HU | MCZ 198430 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Myiophobus fasciatus* | MCZ-HU | MCZ 198566 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Myrmeciza atrothorax* | MN-UFRJ | MNRJ 23707 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Nyctibius grandis* | NL | RMNH 198893 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Platyrinchus platyrhynchos* | COUFMT | UFMT 0653 | Espécime preservado | Erro de procedência confirmado. | Pinho et al. 2016 |
| *Schistochlamys melanopis* | MCZ-HU | MCZ 198698 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Synallaxis frontalis* | MCZ-HU | MCZ 198495 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Synallaxis spixi* | UMMZ | UMMZ 227510 | Espécime preservado | Espécie não esperada para o Pantanal. | Nunes et al. 2021 |
| *Syndactyla dimidiata* | MCZ-HU | MCZ 198507 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Tangara gyrola* | NYSM | NYSM 9346 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (localidade imprecisa) | Assine et al. 2015 |
| *Thlypopsis sordida* | MCZ-HU | MCZ 198695 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |
| *Todirostrum cinereum* | MCZ-HU | MCZ 198580 | Espécime preservado | Coordenadas incorretas (a localidade fica fora da delimitação do Pantanal) | Assine et al. 2015 |

**Tabela S2.** Disponibilidade de material biológico para as espécies de aves com ocorrência conhecida para o Pantanal (cf. Nunes et al. 2021). Os tipos de registro na base de dados estão representados por 0 e 1, ausência e presença respectivamente.

| **Espécie** | **Material biológico** | **Espécime preservado** | **Gravação sonora** |
|---|---|---|---|
| *Aburria cujubi* | 0 | 1 | 1 |
| *Aburria cumanensis* | 0 | 1 | 1 |
| *Accipiter bicolor* | 0 | 1 | 0 |
| *Accipiter poliogaster* | 0 | 0 | 0 |
| *Accipiter striatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Actitis macularius* | 0 | 1 | 0 |
| *Aegolius harrisii* | 0 | 0 | 0 |
| *Agamia agami* | 0 | 1 | 1 |
| *Agelaioides badius* | 1 | 1 | 1 |
| *Agelasticus cyanopus* | 0 | 1 | 1 |
| *Alectrurus risora* | 0 | 0 | 0 |
| *Alectrurus tricolor* | 0 | 0 | 0 |
| *Alipiopsitta xanthops* | 0 | 0 | 0 |
| *Alopochelidon fucata* | 0 | 0 | 0 |
| *Amaurospiza moesta* | 0 | 0 | 0 |
| *Amazona aestiva* | 0 | 1 | 1 |
| *Amazona amazonica* | 0 | 1 | 0 |
| *Amazonetta brasiliensis* | 0 | 1 | 1 |
| *Amblyramphus holosericeus* | 0 | 1 | 1 |
| *Ammodramus humeralis* | 0 | 0 | 1 |
| *Anas bahamensis* | 0 | 0 | 0 |
| *Anhima cornuta* | 0 | 0 | 0 |
| *Anhinga anhinga* | 0 | 1 | 0 |
| *Anodorhynchus hyacinthinus* | 0 | 1 | 1 |
| *Anthracothorax nigricollis* | 0 | 1 | 0 |
| *Anthus chii* | 0 | 1 | 1 |
| *Antilophia galeata* | 1 | 1 | 1 |
| *Antrostomus rufus* | 0 | 0 | 0 |
| *Anumbius annumbi* | 0 | 1 | 0 |
| *Aphantochroa cirrochloris* | 0 | 0 | 0 |
| *Ara ararauna* | 0 | 1 | 1 |
| *Ara chloropterus* | 0 | 1 | 0 |
| *Aramides cajaneus* | 0 | 1 | 1 |
| *Aramides ypecaha* | 0 | 1 | 0 |
| *Aramus guarauna* | 0 | 1 | 1 |
| *Aratinga nenday* | 0 | 1 | 1 |
| *Ardea alba* | 1 | 1 | 1 |
| *Ardea cocoi* | 0 | 1 | 1 |
| *Arenaria interpres* | 0 | 0 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Arremon flavirostris* | 0 | 1 | 1 |
| *Arremon taciturnus* | 1 | 1 | 0 |
| *Arundinicola leucocephala* | 0 | 1 | 1 |
| *Asemospiza fuliginosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Asemospiza obscura* | 0 | 0 | 0 |
| *Asio clamator* | 0 | 1 | 0 |
| *Asio flammeus* | 0 | 0 | 0 |
| *Asio stygius* | 0 | 0 | 1 |
| *Athene cunicularia* | 0 | 1 | 0 |
| *Attila bolivianus* | 0 | 0 | 1 |
| *Attila cinnamomeus* | 0 | 0 | 0 |
| *Attila phoenicurus* | 0 | 0 | 0 |
| *Attila spadiceus* | 0 | 0 | 0 |
| *Bartramia longicauda* | 0 | 0 | 0 |
| *Basileuterus culicivorus* | 1 | 1 | 1 |
| *Botaurus pinnatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Brachygalba lugubris* | 0 | 0 | 0 |
| *Brotogeris chiriri* | 0 | 1 | 1 |
| *Bubo virginianus* | 0 | 1 | 1 |
| *Bubulcus ibis* | 0 | 0 | 0 |
| *Busarellus nigricollis* | 0 | 1 | 1 |
| *Buteo albonotatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Buteo brachyurus* | 0 | 0 | 0 |
| *Buteo nitidus* | 0 | 1 | 0 |
| *Buteo platypterus* | 0 | 0 | 0 |
| *Buteo swainsoni* | 0 | 0 | 0 |
| *Butorides striata* | 0 | 1 | 1 |
| *Cacicus cela* | 1 | 1 | 1 |
| *Cacicus chrysopterus* | 0 | 0 | 1 |
| *Cacicus haemorrhous* | 0 | 0 | 1 |
| *Cacicus solitarius* | 1 | 1 | 1 |
| *Cairina moschata* | 0 | 1 | 1 |
| *Calidris alba* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris bairdii* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris canutus* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris fuscicollis* | 0 | 0 | 1 |
| *Calidris himantopus* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris melanotos* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris minutilla* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris pusilla* | 0 | 0 | 0 |
| *Calidris subruficollis* | 0 | 0 | 0 |
| *Calliphlox amethystina* | 0 | 0 | 0 |
| *Callonetta leucophrys* | 0 | 0 | 0 |
| *Campephilus leucopogon* | 0 | 1 | 0 |
| *Campephilus melanoleucos* | 0 | 1 | 1 |
| *Campephilus rubricollis* | 0 | 0 | 0 |
| *Camptostoma obsoletum* | 1 | 1 | 1 |
| *Campylorhamphus* | 1 | 1 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *trochilirostris* | | | |
| *Campylorhynchus turdinus* | 1 | 1 | 1 |
| *Cantorchilus guarayanus* | 0 | 1 | 1 |
| *Cantorchilus leucotis* | 0 | 1 | 1 |
| *Capsiempis flaveola* | 1 | 1 | 0 |
| *Caracara plancus* | 0 | 1 | 1 |
| *Cariama cristata* | 0 | 1 | 1 |
| *Casiornis rufus* | 0 | 1 | 1 |
| *Cathartes aura* | 0 | 1 | 0 |
| *Cathartes burrovianus* | 0 | 1 | 0 |
| *Catharus fuscescens* | 0 | 1 | 0 |
| *Celeus flavescens* | 0 | 0 | 0 |
| *Celeus flavus* | 0 | 1 | 1 |
| *Celeus lugubris* | 1 | 1 | 1 |
| *Celeus torquatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cephalopterus ornatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cercomacra cinerascens* | 0 | 0 | 0 |
| *Cercomacra melanaria* | 1 | 1 | 1 |
| *Certhiaxis cinnamomeus* | 1 | 1 | 1 |
| *Chaetura meridionalis* | 0 | 1 | 0 |
| *Charadrius collaris* | 1 | 1 | 0 |
| *Charadrius semipalmatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Chauna torquata* | 0 | 1 | 1 |
| *Chelidoptera tenebrosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Chionomesa fimbriata* | 0 | 1 | 1 |
| *Chiroxiphia caudata* | 0 | 0 | 0 |
| *Chlidonias niger* | 0 | 0 | 0 |
| *Chlorestes cyanus* | 0 | 0 | 0 |
| *Chloroceryle aenea* | 1 | 1 | 0 |
| *Chloroceryle amazona* | 0 | 1 | 1 |
| *Chloroceryle americana* | 0 | 1 | 1 |
| *Chloroceryle inda* | 0 | 1 | 1 |
| *Chlorostilbon lucidus* | 0 | 1 | 0 |
| *Chondrohierax uncinatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Chordeiles acutipennis* | 0 | 0 | 0 |
| *Chordeiles minor* | 0 | 0 | 0 |
| *Chroicocephalus cirrocephalus* | 0 | 0 | 0 |
| *Chroicocephalus maculipennis* | 0 | 0 | 0 |
| *Chrysolampis mosquitus* | 0 | 1 | 0 |
| *Chrysomus ruficapillus* | 0 | 0 | 0 |
| *Chrysuronia versicolor* | 1 | 0 | 0 |
| *Ciconia maguari* | 0 | 1 | 0 |
| *Circus buffoni* | 0 | 1 | 1 |
| *Cissopis leverianus* | 0 | 0 | 0 |
| *Claravis pretiosa* | 0 | 1 | 0 |
| *Clibanornis rectirostris* | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Cnemotriccus fuscatus* | 1 | 1 | 1 |
| *Coccycua minuta* | 0 | 1 | 0 |
| *Coccyzus americanus* | 0 | 0 | 0 |
| *Coccyzus euleri* | 1 | 0 | 0 |
| *Coccyzus melacoryphus* | 0 | 1 | 1 |
| *Cochlearius cochlearius* | 0 | 1 | 1 |
| *Coereba flaveola* | 0 | 1 | 1 |
| *Colaptes campestris* | 0 | 1 | 0 |
| *Colaptes melanochloros* | 0 | 1 | 1 |
| *Colibri serrirostris* | 0 | 0 | 0 |
| *Colonia colonus* | 0 | 0 | 0 |
| *Columba livia* | 0 | 0 | 0 |
| *Columbina minuta* | 0 | 1 | 0 |
| *Columbina picui* | 1 | 1 | 0 |
| *Columbina squammata* | 0 | 1 | 1 |
| *Columbina talpacoti* | 1 | 1 | 0 |
| *Conirostrum speciosum* | 0 | 1 | 0 |
| *Conopias trivirgatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Conopophaga lineata* | 0 | 0 | 0 |
| *Contopus cinereus* | 0 | 0 | 0 |
| *Coragyps atratus* | 0 | 0 | 0 |
| *Coryphaspiza melanotis* | 0 | 0 | 0 |
| *Coryphospingus cucullatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Corythopis delalandi* | 0 | 1 | 0 |
| *Coscoroba coscoroba* | 0 | 0 | 0 |
| *Coturnicops notatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cranioleuca pyrrhophia* | 0 | 1 | 0 |
| *Cranioleuca vulpina* | 1 | 1 | 1 |
| *Crax fasciolata* | 0 | 1 | 1 |
| *Crotophaga ani* | 1 | 1 | 1 |
| *Crotophaga major* | 0 | 1 | 0 |
| *Crypturellus parvirostris* | 0 | 1 | 1 |
| *Crypturellus tataupa* | 0 | 1 | 0 |
| *Crypturellus undulatus* | 1 | 1 | 1 |
| *Cyanerpes caeruleus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cyanerpes cyaneus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cyanocorax chrysops* | 0 | 0 | 1 |
| *Cyanocorax cristatellus* | 0 | 1 | 0 |
| *Cyanocorax cyanomelas* | 1 | 1 | 1 |
| *Cyanoloxia brissonii* | 0 | 0 | 0 |
| *Cyclarhis gujanensis* | 1 | 1 | 1 |
| *Cypseloides fumigatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Cypsnagra hirundinacea* | 1 | 1 | 1 |
| *Dacnis cayana* | 0 | 0 | 0 |
| *Dendrocincla fuliginosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Dendrocolaptes picumnus* | 0 | 0 | 0 |
| *Dendrocolaptes platyrostris* | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Dendrocygna autumnalis* | 0 | 1 | 1 |
| *Dendrocygna bicolor* | 0 | 0 | 0 |
| *Dendrocygna viduata* | 0 | 1 | 1 |
| *Dendroma rufa* | 0 | 0 | 0 |
| *Dendroplex picus* | 1 | 1 | 1 |
| *Diopsittaca nobilis* | 0 | 1 | 0 |
| *Dolichonyx oryzivorus* | 0 | 0 | 0 |
| *Donacobius atricapilla* | 0 | 1 | 1 |
| *Dromococcyx pavoninus* | 0 | 0 | 1 |
| *Dromococcyx phasianellus* | 0 | 0 | 0 |
| *Drymophyla devillei* | 0 | 0 | 0 |
| *Dryocopus lineatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Dysithamnus mentalis* | 0 | 1 | 1 |
| *Egretta caerulea* | 0 | 1 | 0 |
| *Egretta thula* | 0 | 1 | 1 |
| *Elaenia chilensis* | 1 | 1 | 0 |
| *Elaenia chiriquensis* | 0 | 1 | 0 |
| *Elaenia cristata* | 0 | 0 | 0 |
| *Elaenia flavogaster* | 0 | 0 | 0 |
| *Elaenia mesoleuca* | 0 | 0 | 0 |
| *Elaenia obscura* | 0 | 0 | 0 |
| *Elaenia parvirostris* | 0 | 1 | 0 |
| *Elaenia spectabilis* | 0 | 1 | 1 |
| *Elanoides forficatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Elanus leucurus* | 0 | 0 | 0 |
| *Emberizoides herbicola* | 0 | 1 | 0 |
| *Emberizoides ypiranganus* | 0 | 0 | 0 |
| *Embernagra platensis* | 0 | 0 | 0 |
| *Empidonax alnorum* | 0 | 0 | 0 |
| *Empidonomus varius* | 0 | 1 | 0 |
| *Estrilda astrild* | 0 | 0 | 0 |
| *Eucometis penicillata* | 1 | 1 | 1 |
| *Eupetomena macroura* | 0 | 1 | 0 |
| *Euphonia chlorotica* | 0 | 1 | 1 |
| *Euphonia laniirostris* | 0 | 0 | 0 |
| *Euphonia violacea* | 0 | 1 | 0 |
| *Eupsittula aurea* | 0 | 1 | 1 |
| *Eurypyga helias* | 1 | 1 | 1 |
| *Euscarthmus meloryphus* | 0 | 1 | 0 |
| *Falco deiroleucus* | 0 | 0 | 0 |
| *Falco femoralis* | 0 | 1 | 0 |
| *Falco peregrinus* | 0 | 0 | 0 |
| *Falco rufigularis* | 0 | 1 | 0 |
| *Falco sparverius* | 0 | 1 | 0 |
| *Fluvicola albiventer* | 1 | 1 | 1 |
| *Fluvicola nengeta* | 0 | 0 | 1 |
| *Formicivora grisea* | 0 | 0 | 0 |
| *Formicivora melanogaster* | 0 | 1 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Formicivora rufa* | 0 | 1 | 1 |
| *Forpus xanthopterygius* | 0 | 0 | 0 |
| *Fulica leucoptera* | 0 | 0 | 0 |
| *Furnarius leucopus* | 1 | 1 | 1 |
| *Furnarius rufus* | 1 | 1 | 1 |
| *Galbula ruficauda* | 1 | 1 | 1 |
| *Gallinago paraguaiae* | 0 | 1 | 0 |
| *Gallinago undulata* | 0 | 0 | 0 |
| *Gallinula galeata* | 0 | 0 | 0 |
| *Gampsonyx swainsonii* | 0 | 1 | 0 |
| *Geothlypis aequinoctialis* | 0 | 0 | 1 |
| *Geothlypis agilis* | 0 | 0 | 0 |
| *Geotrygon montana* | 0 | 0 | 0 |
| *Geranoaetus albicaudatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Geranoaetus melanoleucus* | 0 | 0 | 0 |
| *Geranospiza caerulescens* | 0 | 1 | 1 |
| *Glaucidium brasilianum* | 0 | 1 | 1 |
| *Glaucidium hardyi* | 0 | 0 | 0 |
| *Glaucis hirsutus* | 0 | 1 | 0 |
| *Glyphorynchus spirurus* | 0 | 0 | 0 |
| *Gnorimopsar chopi* | 0 | 1 | 1 |
| *Griseotyrannus aurantioatrocristatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Gubernetes yetapa* | 0 | 0 | 0 |
| *Guira guira* | 0 | 1 | 1 |
| *Guyramemua affine* | 0 | 0 | 0 |
| *Gymnoderus foetidus* | 0 | 0 | 0 |
| *Harpagus bidentatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Harpagus diodon* | 0 | 0 | 0 |
| *Harpia harpyja* | 0 | 0 | 0 |
| *Heliactin bilophus* | 0 | 0 | 0 |
| *Helicolestes hamatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Heliomaster furcifer* | 0 | 1 | 0 |
| *Heliomaster longirostris* | 0 | 0 | 0 |
| *Heliornis fulica* | 0 | 1 | 1 |
| *Hemithraupis guira* | 0 | 0 | 0 |
| *Hemitriccus margaritaceiventer* | 1 | 1 | 1 |
| *Hemitriccus striaticollis* | 0 | 1 | 1 |
| *Herpetotheres cachinnans* | 0 | 1 | 0 |
| *Herpsilochmus atricapillus* | 0 | 0 | 0 |
| *Herpsilochmus longirostris* | 1 | 1 | 1 |
| *Heterospizias meridionalis* | 0 | 1 | 0 |
| *Hieraspiza superciliosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Himantopus melanurus* | 0 | 1 | 0 |
| *Himantopus mexicanus* | 0 | 0 | 0 |
| *Hirundinea ferruginea* | 0 | 0 | 0 |
| *Hirundo rustica* | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Hydropsalis maculicaudus* | 0 | 0 | 1 |
| *Hydropsalis parvula* | 0 | 1 | 1 |
| *Hydropsalis torquata* | 0 | 1 | 0 |
| *Hylocharis chrysura* | 0 | 1 | 0 |
| *Hylocharis sapphirina* | 0 | 0 | 0 |
| *Hylophilus amaurocephalus* | 0 | 0 | 0 |
| *Hylophilus pectoralis* | 1 | 1 | 1 |
| *Hymenops perspicillatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Hypocnemoides maculicauda* | 0 | 1 | 1 |
| *Icterus croconotus* | 1 | 1 | 1 |
| *Icterus pyrrhopterus* | 1 | 1 | 1 |
| *Ictinia mississippiensis* | 0 | 0 | 0 |
| *Ictinia plumbea* | 1 | 1 | 1 |
| *Inezia inornata* | 1 | 1 | 1 |
| *Ixobrychus exilis* | 1 | 0 | 1 |
| *Ixobrychus involucris* | 0 | 0 | 0 |
| *Jabiru mycteria* | 0 | 1 | 1 |
| *Jacana jacana* | 0 | 1 | 1 |
| *Knipolegus hudsoni* | 0 | 0 | 0 |
| *Knipolegus lophotes* | 0 | 0 | 0 |
| *Knipolegus striaticeps* | 0 | 0 | 0 |
| *Laterallus exilis* | 0 | 1 | 1 |
| *Laterallus flaviventer* | 0 | 0 | 0 |
| *Laterallus melanophaius* | 0 | 0 | 1 |
| *Laterallus xenopterus* | 0 | 0 | 0 |
| *Lathrotriccus euleri* | 0 | 1 | 0 |
| *Legatus leucophaius* | 0 | 1 | 1 |
| *Leistes superciliaris* | 0 | 1 | 0 |
| *Lepidocolaptes angustirostris* | 0 | 1 | 1 |
| *Lepidocolaptes fuscicapillus* | 0 | 0 | 0 |
| *Leptodon cayanensis* | 0 | 1 | 0 |
| *Leptopogon amaurocephalus* | 0 | 1 | 1 |
| *Leptotila rufaxilla* | 0 | 0 | 0 |
| *Leptotila verreauxi* | 0 | 1 | 1 |
| *Leucochloris albicollis* | 0 | 0 | 0 |
| *Leucophaeus pipixcan* | 0 | 0 | 0 |
| *Limosa haemastica* | 0 | 0 | 0 |
| *Lophornis gouldii* | 0 | 0 | 0 |
| *Lophornis magnificus* | 0 | 0 | 0 |
| *Loriotus luctuosus* | 0 | 0 | 0 |
| *Lurocalis semitorquatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Machaeropterus pyrocephalus* | 0 | 0 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Machetornis rixosa* | 0 | 1 | 1 |
| *Manacus manacus* | 0 | 0 | 0 |
| *Megaceryle torquata* | 0 | 1 | 1 |
| *Megarynchus pitangua* | 0 | 1 | 1 |
| *Megascops choliba* | 0 | 1 | 0 |
| *Megascops usta* | 0 | 0 | 0 |
| *Melanerpes cactorum* | 0 | 1 | 1 |
| *Melanerpes candidus* | 0 | 1 | 1 |
| *Melanerpes cruentatus* | 0 | 0 | 1 |
| *Melanerpes flavifrons* | 0 | 0 | 0 |
| *Mesembrinibis cayennensis* | 0 | 1 | 1 |
| *Micrastur ruficollis* | 0 | 1 | 0 |
| *Micrastur semitorquatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Micrococcyx cinereus* | 0 | 0 | 0 |
| *Microspingus cinereus* | 0 | 0 | 0 |
| *Microspingus melanoleucus* | 0 | 1 | 0 |
| *Milvago chimachima* | 0 | 1 | 0 |
| *Milvago chimango* | 0 | 0 | 0 |
| *Mimus saturninus* | 0 | 1 | 0 |
| *Mimus triurus* | 0 | 0 | 0 |
| *Mionectes oleagineus* | 0 | 0 | 0 |
| *Molothrus bonariensis* | 0 | 1 | 1 |
| *Molothrus oryzivorus* | 0 | 1 | 1 |
| *Molothrus rufoaxillaris* | 0 | 0 | 1 |
| *Momotus momota* | 0 | 1 | 1 |
| *Monasa nigrifrons* | 0 | 1 | 1 |
| *Mustelirallus albicollis* | 0 | 0 | 1 |
| *Mycteria americana* | 1 | 1 | 0 |
| *Myiarchus ferox* | 1 | 1 | 1 |
| *Myiarchus swainsoni* | 1 | 0 | 0 |
| *Myiarchus tuberculifer* | 0 | 0 | 0 |
| *Myiarchus tyrannulus* | 1 | 1 | 1 |
| *Myiobius barbatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Myiodynastes maculatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Myiopagis caniceps* | 0 | 0 | 0 |
| *Myiopagis gaimardii* | 0 | 1 | 1 |
| *Myiopagis viridicata* | 1 | 1 | 1 |
| *Myiophobus fasciatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Myiopsitta monachus* | 0 | 1 | 1 |
| *Myiornis ecaudatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Myiothlypis flaveola* | 1 | 1 | 1 |
| *Myiothlypis leucophrys* | 0 | 1 | 0 |
| *Myiozetetes cayanensis* | 0 | 1 | 1 |
| *Myiozetetes similis* | 0 | 0 | 0 |
| *Myrmorchilus strigilatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Nannochordeiles pusillus* | 0 | 1 | 0 |
| *Nannopterum brasilianus* | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Nemosia pileata* | 0 | 1 | 1 |
| *Nengetus cinereus* | 0 | 1 | 0 |
| *Neochen jubata* | 0 | 0 | 0 |
| *Neocrex erythrops* | 0 | 0 | 0 |
| *Neopelma pallescens* | 1 | 1 | 0 |
| *Neothraupis fasciata* | 0 | 0 | 0 |
| *Netta peposaca* | 0 | 0 | 0 |
| *Nomonyx dominicus* | 0 | 0 | 0 |
| *Nonnula rubecula* | 0 | 0 | 0 |
| *Nonnula ruficapilla* | 0 | 0 | 0 |
| *Nothura maculosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Numenius borealis* | 0 | 0 | 0 |
| *Numenius hudsonicus* | 0 | 0 | 0 |
| *Nyctibius grandis* | 0 | 1 | 1 |
| *Nyctibius griseus* | 0 | 1 | 0 |
| *Nycticorax nycticorax* | 0 | 1 | 1 |
| *Nyctidromus albicollis* | 0 | 1 | 1 |
| *Nyctiphrynus ocellatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Nyctiprogne leucopyga* | 0 | 1 | 1 |
| *Nystalus chacuru* | 0 | 1 | 0 |
| *Nystalus maculatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Nystalus striatipectus* | 0 | 0 | 0 |
| *Ortalis canicollis* | 0 | 1 | 1 |
| *Orthopsittaca manilatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Oxyura vittata* | 0 | 0 | 0 |
| *Pachyramphus marginatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pachyramphus polychopterus* | 0 | 1 | 1 |
| *Pachyramphus validus* | 0 | 1 | 0 |
| *Pachyramphus viridis* | 0 | 1 | 0 |
| *Pachyrampus castaneus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pandion haliaetus* | 0 | 0 | 0 |
| *Parabuteo unicinctus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pardirallus maculatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pardirallus nigricans* | 0 | 0 | 0 |
| *Paroaria capitata* | 1 | 1 | 1 |
| *Paroaria coronata* | 1 | 1 | 1 |
| *Passer domesticus* | 0 | 0 | 0 |
| *Patagioenas cayennensis* | 1 | 1 | 1 |
| *Patagioenas picazuro* | 0 | 1 | 1 |
| *Patagioenas speciosa* | 0 | 0 | 1 |
| *Patagioenas subvinacea* | 0 | 0 | 0 |
| *Pauxi tuberosa* | 0 | 0 | 0 |
| *Penelope ochrogaster* | 0 | 1 | 1 |
| *Penelope superciliaris* | 0 | 1 | 0 |
| *Petrochelidon pyrrhonota* | 1 | 0 | 0 |
| *Phacellodomus ruber* | 0 | 1 | 1 |
| *Phacellodomus rufifrons* | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Phaeomyias murina* | 0 | 1 | 1 |
| *Phaethornis nattereri* | 1 | 1 | 1 |
| *Phaethornis pretrei* | 0 | 0 | 0 |
| *Phaethornis ruber* | 0 | 0 | 0 |
| *Phaethornis subochraceus* | 0 | 1 | 1 |
| *Phaetusa simplex* | 0 | 1 | 1 |
| *Phalaropus tricolor* | 0 | 0 | 0 |
| *Pheucticus aureoventris* | 0 | 0 | 0 |
| *Pheugopedius genibarbis* | 0 | 1 | 1 |
| *Philohydor lictor* | 1 | 1 | 1 |
| *Phimosus infuscatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Phleocryptes melanops* | 0 | 0 | 0 |
| *Phyllomyias fascitaus* | 0 | 0 | 0 |
| *Phyllomyias reiseri* | 0 | 0 | 0 |
| *Piaya cayana* | 0 | 1 | 1 |
| *Piculus chrysochloros* | 0 | 1 | 1 |
| *Picumnus albosquamatus* | 1 | 1 | 0 |
| *Picumnus aurifrons* | 0 | 0 | 0 |
| *Picumnus cirratus* | 0 | 1 | 0 |
| *Pilherodius pileatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Pionus maximiliani* | 0 | 1 | 1 |
| *Pionus menstruus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pipra fasciicauda* | 0 | 1 | 0 |
| *Pipraeidea melanonota* | 0 | 0 | 0 |
| *Piranga flava* | 0 | 0 | 0 |
| *Pitangus sulphuratus* | 1 | 1 | 1 |
| *Platalea ajaja* | 1 | 1 | 0 |
| *Platyrinchus mystaceus* | 0 | 1 | 0 |
| *Plegadis chihi* | 0 | 0 | 1 |
| *Pluvialis dominica* | 0 | 1 | 0 |
| *Pluvialis squatarola* | 0 | 0 | 0 |
| *Podager nacunda* | 0 | 1 | 1 |
| *Podicephorus major* | 0 | 0 | 0 |
| *Podilymbus podiceps* | 0 | 0 | 0 |
| *Poecilotriccus latirostris* | 1 | 1 | 1 |
| *Polioptila dumicola* | 1 | 1 | 1 |
| *Polystictus pectoralis* | 0 | 1 | 0 |
| *Polytmus guainumbi* | 0 | 1 | 0 |
| *Porphyrio flavirostris* | 0 | 0 | 0 |
| *Porphyrio martinica* | 0 | 0 | 0 |
| *Porphyrospiza caerulescens* | 0 | 0 | 0 |
| *Primolius auricollis* | 0 | 1 | 1 |
| *Primolius maracana* | 0 | 0 | 0 |
| *Progne chalybea* | 0 | 0 | 1 |
| *Progne elegans* | 0 | 0 | 1 |
| *Progne subis* | 0 | 1 | 0 |
| *Progne tapera* | 0 | 1 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Psarocolius decumanus* | 0 | 1 | 1 |
| *Pseudastur albicollis* | 0 | 1 | 0 |
| *Pseudocolopteryx acutipennis* | 0 | 0 | 0 |
| *Pseudocolopteryx flaviventris* | 0 | 1 | 0 |
| *Pseudocolopteryx sclateri* | 0 | 0 | 1 |
| *Pseudoleistes guirahuro* | 0 | 0 | 0 |
| *Pseudoseisura unirufa* | 1 | 1 | 1 |
| *Psittacara leucophthalmus* | 0 | 1 | 1 |
| *Pteroglossus bitorquatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pteroglossus castanotis* | 0 | 1 | 1 |
| *Pteroglossus inscriptus* | 0 | 0 | 0 |
| *Pulsatrix perspicillata* | 0 | 0 | 0 |
| *Pygochelidon cyanoleuca* | 0 | 0 | 0 |
| *Pyriglena maura* | 0 | 1 | 0 |
| *Pyrocephalus rubinus* | 0 | 1 | 0 |
| *Pyrrhura devillei* | 0 | 1 | 1 |
| *Pyrrhura frontalis* | 0 | 0 | 0 |
| *Pyrrhura molinae* | 0 | 1 | 0 |
| *Ramphastos toco* | 1 | 1 | 1 |
| *Ramphastos vitellinus* | 0 | 0 | 0 |
| *Ramphocelus carbo* | 1 | 1 | 1 |
| *Rhea americana* | 0 | 1 | 1 |
| *Rhynchotus rufescens* | 0 | 1 | 0 |
| *Rhytipterna simplex* | 0 | 0 | 0 |
| *Riparia riparia* | 0 | 0 | 0 |
| *Rollandia rolland* | 0 | 0 | 0 |
| *Rostrhamus sociabilis* | 0 | 1 | 1 |
| *Rufirallus viridis* | 0 | 0 | 1 |
| *Rupornis magnirostris* | 0 | 1 | 1 |
| *Rynchops niger* | 0 | 1 | 0 |
| *Saltator aurantiirostris* | 0 | 0 | 0 |
| *Saltator coerulescens* | 1 | 1 | 1 |
| *Saltator maximus* | 0 | 1 | 1 |
| *Saltator similis* | 1 | 1 | 0 |
| *Saltatricula atricollis* | 0 | 0 | 1 |
| *Saltatricula multicolor* | 0 | 0 | 0 |
| *Sarcoramphus papa* | 0 | 0 | 0 |
| *Sarkidiornis sylvicola* | 0 | 0 | 0 |
| *Satrapa icterophrys* | 0 | 1 | 0 |
| *Schistochlamys melanopis* | 0 | 1 | 0 |
| *Schistochlamys ruficapillus* | 0 | 0 | 0 |
| *Schoeniophylax phryganophilus* | 0 | 1 | 1 |
| *Serpophaga griseicapilla* | 0 | 0 | 0 |
| *Serpophaga nigricans* | 0 | 0 | 0 |
| *Serpophaga subcristata* | 0 | 0 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Setophaga pitiayumi* | 0 | 1 | 0 |
| *Sicalis citrina* | 0 | 0 | 0 |
| *Sicalis flaveola* | 1 | 1 | 1 |
| *Sicalis luteola* | 0 | 0 | 0 |
| *Sirystes sibilator* | 0 | 0 | 0 |
| *Sittasomus griseicapillus* | 0 | 1 | 1 |
| *Spatula platalea* | 0 | 0 | 0 |
| *Spatula versicolor* | 0 | 0 | 0 |
| *Spinus magellanicus* | 0 | 0 | 0 |
| *Spizaetus melanoleucus* | 0 | 0 | 0 |
| *Spizaetus ornatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Spizaetus tyrannus* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila angolensis* | 1 | 1 | 1 |
| *Sporophila bouvreuil* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila caerulescens* | 1 | 1 | 0 |
| *Sporophila cinnamomea* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila collaris* | 1 | 1 | 1 |
| *Sporophila hypochroma* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila hypoxantha* | 0 | 0 | 1 |
| *Sporophila iberaensis* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila leucoptera* | 0 | 1 | 1 |
| *Sporophila lineola* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila maximiliani* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila nigricollis* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila nigrorufa* | 0 | 1 | 0 |
| *Sporophila palustris* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila pileata* | 0 | 0 | 0 |
| *Sporophila plumbea* | 0 | 1 | 0 |
| *Sporophila ruficollis* | 0 | 0 | 0 |
| *Stelgidopteryx ruficollis* | 0 | 1 | 0 |
| *Sterna hirundo* | 0 | 0 | 0 |
| *Sterna trudeaui* | 0 | 0 | 0 |
| *Sternula superciliaris* | 0 | 0 | 0 |
| *Stilpnia cayana* | 0 | 0 | 0 |
| *Streptoprocne zonaris* | 0 | 0 | 0 |
| *Strix huhula* | 0 | 0 | 0 |
| *Strix virgata* | 0 | 0 | 0 |
| *Sublegatus modestus* | 1 | 1 | 1 |
| *Suiriri suiriri* | 0 | 1 | 0 |
| *Synallaxis albescens* | 0 | 1 | 0 |
| *Synallaxis albilora* | 1 | 1 | 1 |
| *Synallaxis frontalis* | 0 | 1 | 0 |
| *Synallaxis hypospodia* | 0 | 1 | 1 |
| *Synallaxis scutata* | 0 | 0 | 0 |
| *Syrigma sibilatrix* | 0 | 1 | 0 |
| *Tachornis squamata* | 0 | 0 | 0 |
| *Tachybaptus dominicus* | 0 | 0 | 0 |
| *Tachycineta albiventer* | 0 | 1 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Tachycineta leucorrhoa* | 0 | 0 | 0 |
| *Tachyphonus coronatus* | 0 | 0 | 0 |
| *Tachyphonus rufus* | 1 | 1 | 0 |
| *Tangara mexicana* | 0 | 0 | 0 |
| *Tapera naevia* | 0 | 1 | 0 |
| *Taraba major* | 0 | 1 | 1 |
| *Tersina viridis* | 0 | 0 | 0 |
| *Thalurania furcata* | 0 | 1 | 0 |
| *Thamnophilus amazonicus* | 0 | 0 | 0 |
| *Thamnophilus caerulescens* | 0 | 1 | 1 |
| *Thamnophilus doliatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Thamnophilus pelzelni* | 1 | 1 | 1 |
| *Thamnophilus sticturus* | 0 | 1 | 0 |
| *Thectocercus acuticaudatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Theristicus caerulescens* | 0 | 1 | 1 |
| *Theristicus caudatus* | 1 | 1 | 1 |
| *Thlypopsis sordida* | 0 | 1 | 0 |
| *Thraupis palmarum* | 0 | 1 | 0 |
| *Thraupis sayaca* | 0 | 1 | 1 |
| *Tigrisoma lineatum* | 0 | 1 | 1 |
| *Tinamus tao* | 0 | 0 | 0 |
| *Tityra cayana* | 0 | 1 | 0 |
| *Tityra inquisitor* | 1 | 1 | 1 |
| *Tityra semifasciata* | 0 | 0 | 0 |
| *Todirostrum cinereum* | 0 | 1 | 1 |
| *Tolmomyias flaviventris* | 0 | 0 | 0 |
| *Tolmomyias sulphurescens* | 0 | 1 | 1 |
| *Trichothraupis melanops* | 0 | 0 | 0 |
| *Tringa flavipes* | 0 | 1 | 0 |
| *Tringa melanoleuca* | 0 | 0 | 0 |
| *Tringa solitaria* | 0 | 1 | 1 |
| *Troglodytes musculus* | 0 | 1 | 0 |
| *Trogon curucui* | 0 | 1 | 1 |
| *Trogon melanurus* | 0 | 1 | 0 |
| *Turdus albicollis* | 0 | 1 | 0 |
| *Turdus amaurochalinus* | 0 | 1 | 1 |
| *Turdus fumigatus* | 0 | 1 | 0 |
| *Turdus hauxwelli* | 0 | 1 | 0 |
| *Turdus leucomelas* | 0 | 1 | 0 |
| *Turdus rufiventris* | 1 | 1 | 1 |
| *Turdus subalaris* | 0 | 0 | 0 |
| *Tyrannopsis sulphurea* | 0 | 0 | 0 |
| *Tyrannus albogularis* | 0 | 0 | 1 |
| *Tyrannus melancholicus* | 1 | 1 | 1 |
| *Tyrannus savana* | 0 | 1 | 0 |
| *Tyrannus tyrannus* | 0 | 0 | 0 |
| *Tyto furcata* | 0 | 0 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Uropelia campestris* | 1 | 1 | 1 |
| *Urubitinga coronata* | 0 | 0 | 0 |
| *Urubitinga urubitinga* | 0 | 1 | 1 |
| *Vanellus cayanus* | 0 | 1 | 1 |
| *Vanellus chilensis* | 1 | 1 | 1 |
| *Veniliornis affinis* | 0 | 0 | 0 |
| *Veniliornis mixtus* | 0 | 1 | 0 |
| *Veniliornis passerinus* | 1 | 1 | 1 |
| *Vireo chivi* | 0 | 1 | 0 |
| *Vireo olivaceus* | 0 | 1 | 0 |
| *Volatinia jacarina* | 1 | 1 | 0 |
| *Xema sabini* | 0 | 0 | 0 |
| *Xenops rutilans* | 0 | 0 | 0 |
| *Xenopsaris albinucha* | 0 | 1 | 0 |
| *Xiphocolaptes major* | 1 | 1 | 1 |
| *Xiphorhynchus guttatoides* | 1 | 1 | 1 |
| *Xolmis irupero* | 0 | 1 | 0 |
| *Xolmis velatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Zebrilus undulatus* | 0 | 1 | 1 |
| *Zenaida auriculata* | 0 | 1 | 0 |
| *Zonitrichia capensis* | 0 | 0 | 1 |

**Tabela S3.** Nome das coleções biológicas e quantidade de registros utilizada para compor a presente base de dados (* = os registros referentes ao Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade foram obtidos através do repositório Portal da Biodiversidade, que não informa o museu para onde o material foi encaminhado).

| **Nome da coleção** | **Registros** |
|---|---|
| *Biodiversity Institute & Natural History Museum - Kansas University* | 88 |
| Centro de Coleções Taxonômicas - Universidade Federal de Minas Gerais (CCT-UFMG) | 34 |
| Coleção Ornitológica da Universidade Federal de Mato Grosso (COUFMT) | 942 |
| *Cornell Lab of Ornithology - Macaulay Library* (CLO - ML) | 89 |
| *Denver Museum of Nature & Science* (DMNS) | 526 |
| *European Nucleotide Archive* (EMBL-EBI) | 9 |
| *International Barcode of Life project* (iBOL) | 3 |
| Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS) | 61 |
| Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) | 241 |
| Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN-UFRJ) | 433 |
| *Muséum National d'Histoire Naturelle* (MNHN) | 3 |
| *Museum of Comparative Zoology - Harvard University* (MCZ-HU) | 44 |
| *Naturalis Biodiversity Center* (NL) | 1 |
| *New York State Museum* (NYSM) | 2 |
| *Royal Ontario Museum* (ROM) | 5 |
| *Senckenberg Naturmuseum Frankfurt* (SMF) | 1 |
| Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO-ICMbio) * | 134 |
| *University of Michigan Museum of Zoology* (UMMZ) | 207 |
| Xeno-canto | 1232 |
| *Yale Peabody Museum - Vertebrate Zoology* (YPM-VZ) | 11 |

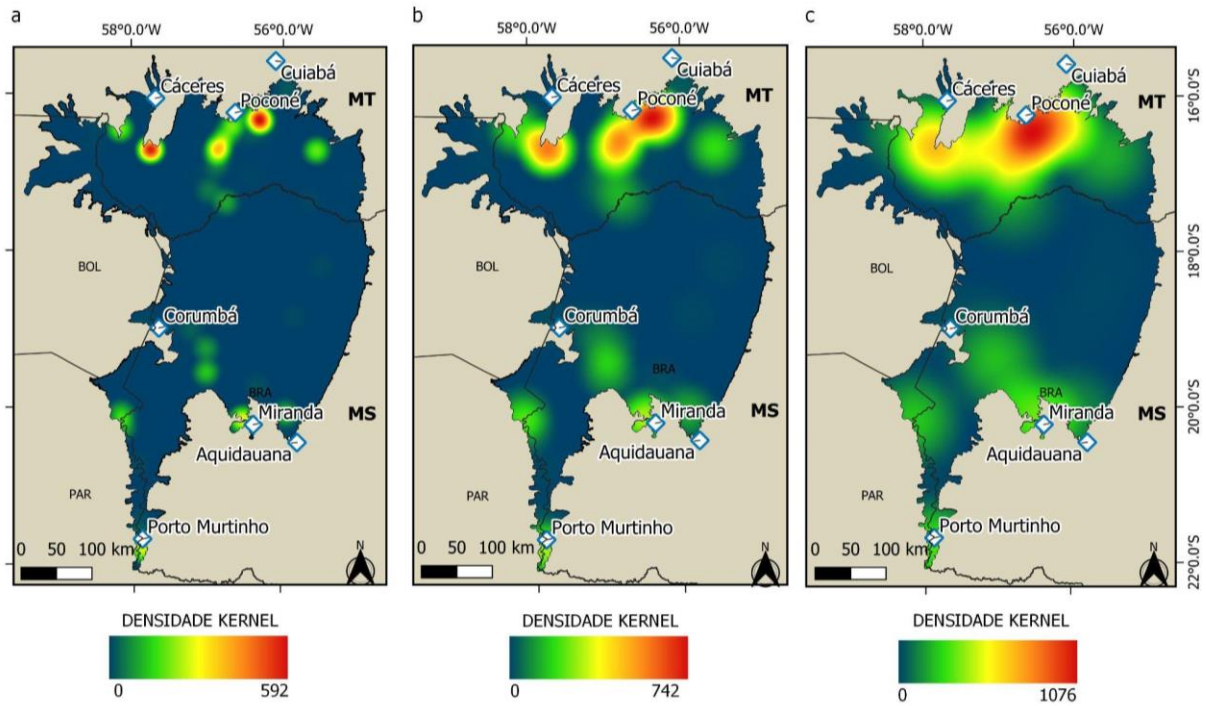


**Figura S1.** Mapas de densidades de Kernel com raios de 25, 50 e 75 km (a, b e c respectivamente) ilustrando a concentração dos registros de aves no Pantanal, provenientes de coleções e com precisão geográfica. A densidade está representada pelo gradiente de cores azul para vermelho, sendo a cor azul baixa densidade e a vermelha alta densidade. As cidades com maior concentração de registros estão representadas pelos losangos brancos. Os acrônimos indicam a Bolívia (BOL), o Paraguai (PAR) e, no Brasil (BRA), os estados do Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS).

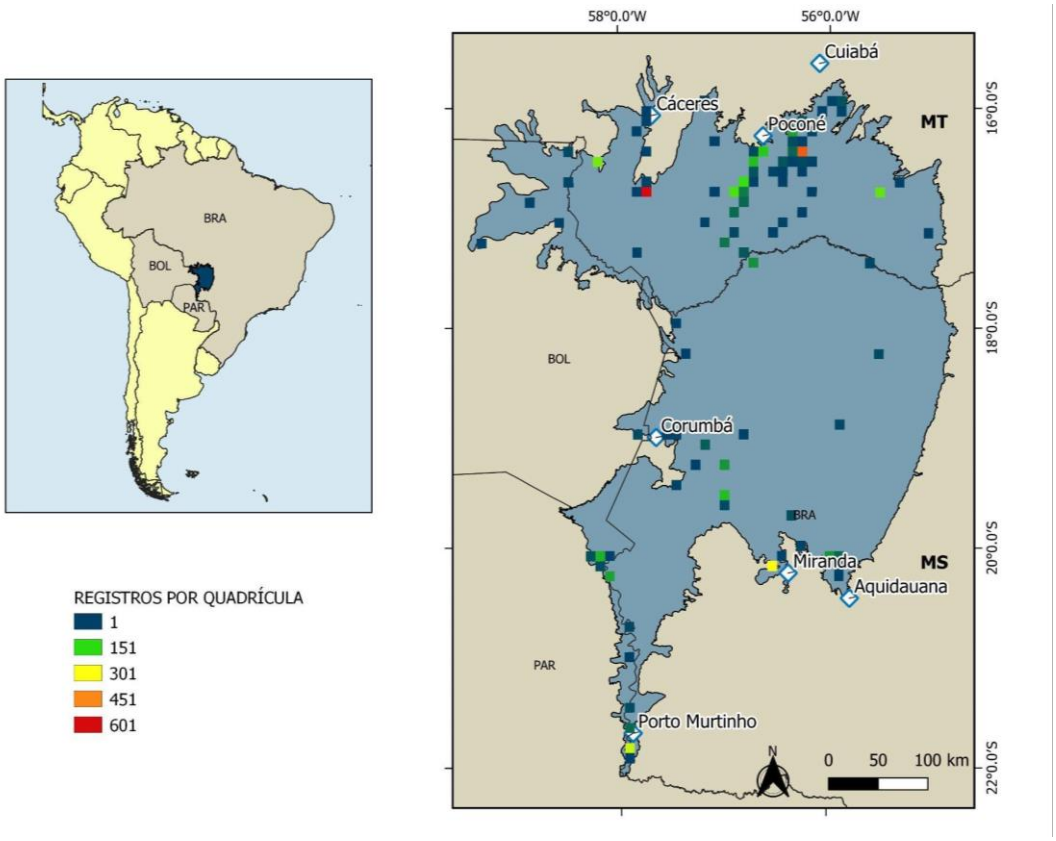


**Figura S2.** Grid ilustrando a cobertura amostral de aves no Pantanal, gerado a partir dos dados matriciais descrevendo a quantidade de registros provenientes de coleções e com precisão geográfica por quadrículas de 10x10 km. As cidades com maior concentração de registros estão representadas pelos losangos brancos. Os acrônimos indicam a Bolívia (BOL), o Paraguai (PAR) e, no Brasil (BRA), os estados do Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS).