

# Riqueza e similaridade das aves endêmicas da mata atlântica entre bacias hidrográficas paranaenses

*Species richness and similarity of Atlantic Forest endemic birds among hydrographic basins in the state of Paraná, southern Brazil*

Lucas Pires de **OLIVEIRA**<sup>1</sup> & Vagner **CAVARZERE**<sup>2, 3</sup>

## RESUMO

O conhecimento ornitológico sobre bacias hidrográficas brasileiras é escasso. Há carência de estudos comparativos entre as comunidades de aves e as bacias. O objetivo do presente trabalho foi realizar o levantamento de espécies de aves no estado do Paraná com base em literatura e em dados da ciência cidadã, além de comparar as comunidades de espécies endêmicas da mata atlântica entre as bacias hidrográficas paranaenses. Foram obtidos registros de 148 espécies endêmicas, em 260 municípios paranaenses, com base em revisão bibliográfica e plataformas de ciência cidadã. As bacias mais próximas do litoral possuem mais riquezas, tanto total quanto de espécies endêmicas. A similaridade das comunidades de aves endêmicas entre bacias indicou maiores índices entre bacias contíguas do primeiro e do segundo planaltos, mas também sugeriu menor dissimilaridade entre bacias separadas geograficamente. Sugere-se que tal padrão pode resultar de influências dos tipos de solo e de vegetação e/ou de viés amostral.

**Palavras-chave:** avifauna; ciência cidadã; distribuição de espécies; linha divisória de águas.

## ABSTRACT

Ornithological knowledge about Brazilian hydrographic basins is scarce. There is a lack of comparative studies between bird communities, between basins. The objective of the present work was to carry out a review of bird species in the state of Paraná based on literature and data from citizen science, and to compare the communities of Atlantic Forest endemic species between Paraná state's river basins. We obtained records of 148 endemic species from 260 municipalities in Paraná, based on a literature review and citizen science platforms. The basins closer to the coast have greater richness, for both total and endemic species. The similarity of endemic bird communities between basins indicated higher indexes between contiguous basins of the First and Second Plateaus, but also suggested lower dissimilarity between basins separated geographically. We suggest that such a pattern may result from influences of soil and vegetation types and/or sampling bias.

**Keywords:** avifauna; citizen science; species distribution; watershed.

Recebido em: 1.º nov. 2021

Aceito em: 2 fev. 2022

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR), Toledo, PR, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), prolongamento da Rua Cerejeira, s/n, bairro São Luiz – CEP 85892-000, Santa Helena, PR, Brasil.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: vagnera@utfpr.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Cerca de 85% do estado do Paraná (PR), no Sul do Brasil, é recoberto pelo domínio fitogeográfico da mata atlântica; o restante de seu território é composto por fisionomias distintas, do domínio fitogeográfico do cerrado, bem como por vegetação característica do longo da faixa litorânea (MAACK, 2017). Entre as décadas de 1890 e 1990, o Paraná sofreu redução de sua cobertura florestal de quase 17 milhões ha (o que corresponde a 83%) para aproximadamente 870 mil ha (5%) de seu território (GUBERT-FILHO, 2010). Embora o cerrado tenha sofrido menos nesse mesmo período e seu desmatamento recente seja considerado diminuto (ROCHA *et al.*, 2011), a quantidade de vegetação nativa dessa formação no PR é bastante reduzida, com cerca de 30% do cerrado paranaense ainda presente (SANO *et al.*, 2007). Ambos os domínios mencionados são considerados *hotspots* de biodiversidade, regiões do planeta com altos níveis de biodiversidade e, ao mesmo tempo, sob grande ameaça (MYERS *et al.*, 2000; MITTERMEIER *et al.*, 2011).

Recentemente, alguns grandes bancos de dados têm sido compilados com o intuito de trazer à tona o estado da arte acerca de temas específicos. Algumas dessas informações foram obtidas de trabalhos realizados para a mata atlântica (HASUI *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2019). Tais compilações envolvem dezenas e até centenas de pesquisadores, o que reflete a importância da diversidade de instituições envolvidas com vários projetos, bem como a sua união em prol do objetivo de contribuir amplamente com o conhecimento de linhas de pesquisas que estudam há anos. O conhecimento acumulado ao longo de décadas, e publicado nos *datapapers* citados, configura-se em uma preciosidade científica. Mesmo assim, estudos recentes, cuja aplicabilidade é voltada para padrões em larga escala, demandam quantidades de informação ainda maiores, especialmente onde pesquisas ainda não foram realizadas. Não obstante, a logística e os custos para sua realização, tais como trabalhos de campo, possuem ônus, sobretudo de tempo, e recursos financeiros limitados.

Conforme esse contexto, evidencia-se cada vez mais a ciência cidadã. A ciência cidadã caracteriza-se pelo envolvimento de cidadãos voluntários (o que independe de sua formação técnico-acadêmica) que coletam ou processam dados como parte de hipóteses testáveis (SILVERTOWN, 2009). No Brasil existem algumas iniciativas do tipo, nas quais fotografias ou gravações de espécies de aves brasileiras são enviadas à plataforma que vai georreferenciar o registro e incluí-lo em um mapa de distribuição. Existente desde 2009, Wiki Aves é uma plataforma ([www.wikiaves.com.br](http://www.wikiaves.com.br)) que, por exemplo, até 30 de junho de 2020 contava com 3.163.784 registros de 1.860 espécies, feitos por 34.649 usuários. O Paraná possuía 2.168 usuários, os quais haviam realizado 164.760 registros de 715 espécies de aves. Desse modo, o potencial da ciência cidadã é estrondoso, não apenas pelo contingente de voluntários que consegue abarcar, como também pela quantidade de informação capaz de gerar. Esta, por sua vez, quando analisada formalmente por pesquisadores, pode contribuir grandemente para o conhecimento sobre a distribuição das espécies, bem como auxiliar a determinar, de fato, políticas conservacionistas (McKINLEY *et al.*, 2017).

Em todo o Paraná, estão presentes 16 bacias hidrográficas, cada uma com características próprias de clima, vegetação e relevo, o que resulta em alterações na biodiversidade das regiões onde estão inseridas. Alguns dos mais importantes rios do estado configuram as principais dessas bacias, com suas nascentes na serra do mar e suas desembocaduras na região interiorana, como os rios Tibagi, Ivai, Piquiri e Iguaçu (SCROCCARO & PEREIRA, 2010), listados no sentido leste-oeste. Tais rios percorrem desde as florestas ombrófilas, ao sudeste paranaense, passando por florestas ombrófilas mistas, nas quais predominam as araucárias (*Araucaria angustifolia* Mart.), ou por florestas estacionais semidecíduais, tipicamente localizadas nas regiões mais quentes do interior paranaense (MAACK, 2017).

Existem poucos estudos sobre as comunidades de aves encontradas nas bacias hidrográficas da mata atlântica brasileira (ANJOS *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2006; FRANZ *et al.*, 2010; GROSE, 2017) e, particularmente, do cerrado (DINIZ *et al.*, 2013) e de regiões ecotonais (POSSO, 2013). Adicionalmente, embora haja estudos que tenham focado as aves no estado do Paraná utilizando dados da ciência cidadã (KLEMMANN-JUNIOR *et al.*, 2017), pesquisas que comparem as comunidades de aves entre as bacias hidrográficas são inexistentes. Por esses motivos, o presente estudo teve

por objetivo levantar a riqueza de espécies de aves endêmicas da mata atlântica em território paranaense, com base em dados obtidos pela literatura e pela ciência cidadã, de modo a determinar a similaridade da composição de tais comunidades entre as bacias hidrográficas paranaenses.

## MATERIAL E MÉTODOS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram considerados artigos e livros publicados até agosto de 2019, recuperados com as palavras-chave “aves” OU “avifauna” OU “ornitofauna” E “Paraná”, bem como as respectivas traduções em inglês dos dois primeiros termos (*bird[s]*; *avifauna*), nas bases de dados Directory of Open Access Journals (<https://doaj.org>), Scielo (<https://www.scielo.br>), Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), Web of Science (<https://access.clarivate.com>) e Google Acadêmico (<https://scholar.google.com>). Em seguida, os documentos foram verificados com relação à sua localidade, pois a capital da província de Entre Ríos, na Argentina, também se denomina Paraná, bem como diversos estudos foram conduzidos ao longo do rio homônimo, em Misiones, Argentina, e nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul.

### CIÊNCIA CIDADÃ

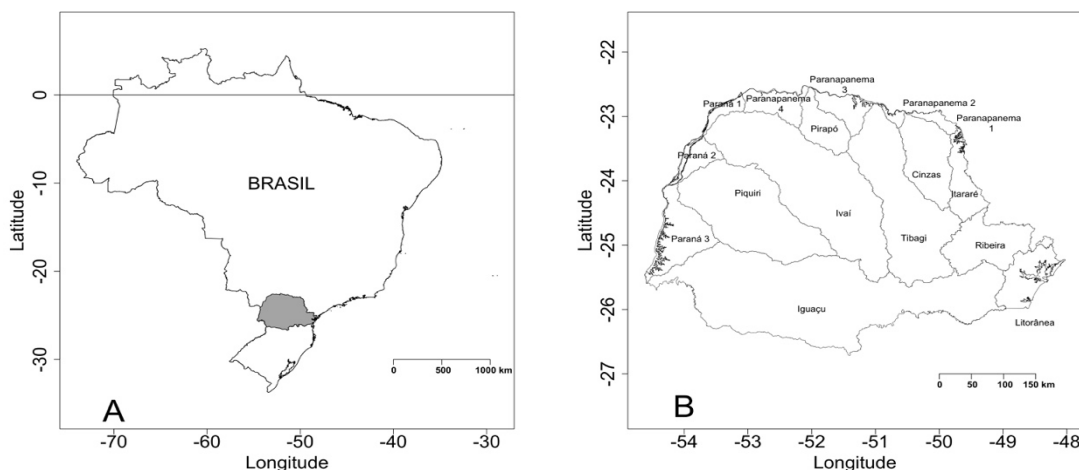
Recorreu-se às ferramentas *online* de ciência cidadã eBird (<https://ebird.org>) e Wiki Aves ([www.wikiaves.com.br](http://www.wikiaves.com.br)), em função de seus vastos arquivos de registros e por serem as plataformas mais utilizadas por brasileiros. Nelas, fotografias e gravações de vocalizações de espécies de aves registradas são inseridas por usuários, acumulando grande quantidade de informação, de acordo com cada localidade onde as observações foram feitas. Consideraram-se os dados publicados até agosto de 2019.

Nem todos os 399 municípios do território paranaense encontram-se inteiramente dentro de uma só bacia hidrográfica, fato que implicou a exclusão de 117 municípios, que possuem seu território dividido entre duas ou mais bacias.

Foram também excluídos 22 municípios que, embora seu território se inserisse em apenas uma bacia, não continham registros nas bases de dados da ciência cidadã. Assim, reduziu-se a quantidade de municípios que tiveram seus dados coletados para 260, ou 65% dos municípios do estado.

Esse filtro foi necessário porque muitos registros não mencionavam as coordenadas geográficas exatas do local onde as espécies tinham sido observadas, contudo, tipicamente, continham apenas as coordenadas centrais municipais. Nesses moldes, por exemplo, uma bacia hidrográfica (Parapanema 2) não foi inclusa pelo fato de tais condições não permitirem que os registros de seu município fossem incorporados (figura 1).

A nomenclatura e a taxonomia das espécies seguiram as sugestões do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PACHECO *et al.*, 2021).



**Figura 1** – Localização do estado do Paraná, Sul do Brasil (A), e das bacias hidrográficas paranaenses (B). Fonte: primária.

## SIMILARIDADE

Para determinar a similaridade das comunidades de aves entre as bacias hidrográficas, consideraram-se apenas as espécies endêmicas da mata atlântica, em sua maioria florestais (VALE *et al.*, 2018), o que minimiza as chances de enviesar a análise pela inclusão de espécies cuja distribuição seja ampla.

O Índice de Similaridade adotado foi o de Jaccard (Sj), dado pela fórmula:

$$S_j = a / (a + b + c) \quad (1)$$

Em que “a” é o número de espécies encontrado em ambas as bacias; “b”, o número total de espécies na bacia b, mas não na a; e “c”, o número de espécies na bacia a, mas não na b (KREBS, 1999).

Também foi construído um dendrograma com a dissimilaridade dos grupos (bacias hidrográficas) pelo método *average*. Todas as análises foram feitas dentro do ambiente R (R Core Team, 2020).

## RESULTADOS

Foram recuperados 129 documentos, com menções de 146 espécies de aves endêmicas da mata atlântica, incluindo as coletas oitocentistas de naturalistas europeus. Na literatura verificou-se que 160 municípios possuíam registros ornitológicos, ou seja, 40% dos 399 municípios do Paraná.

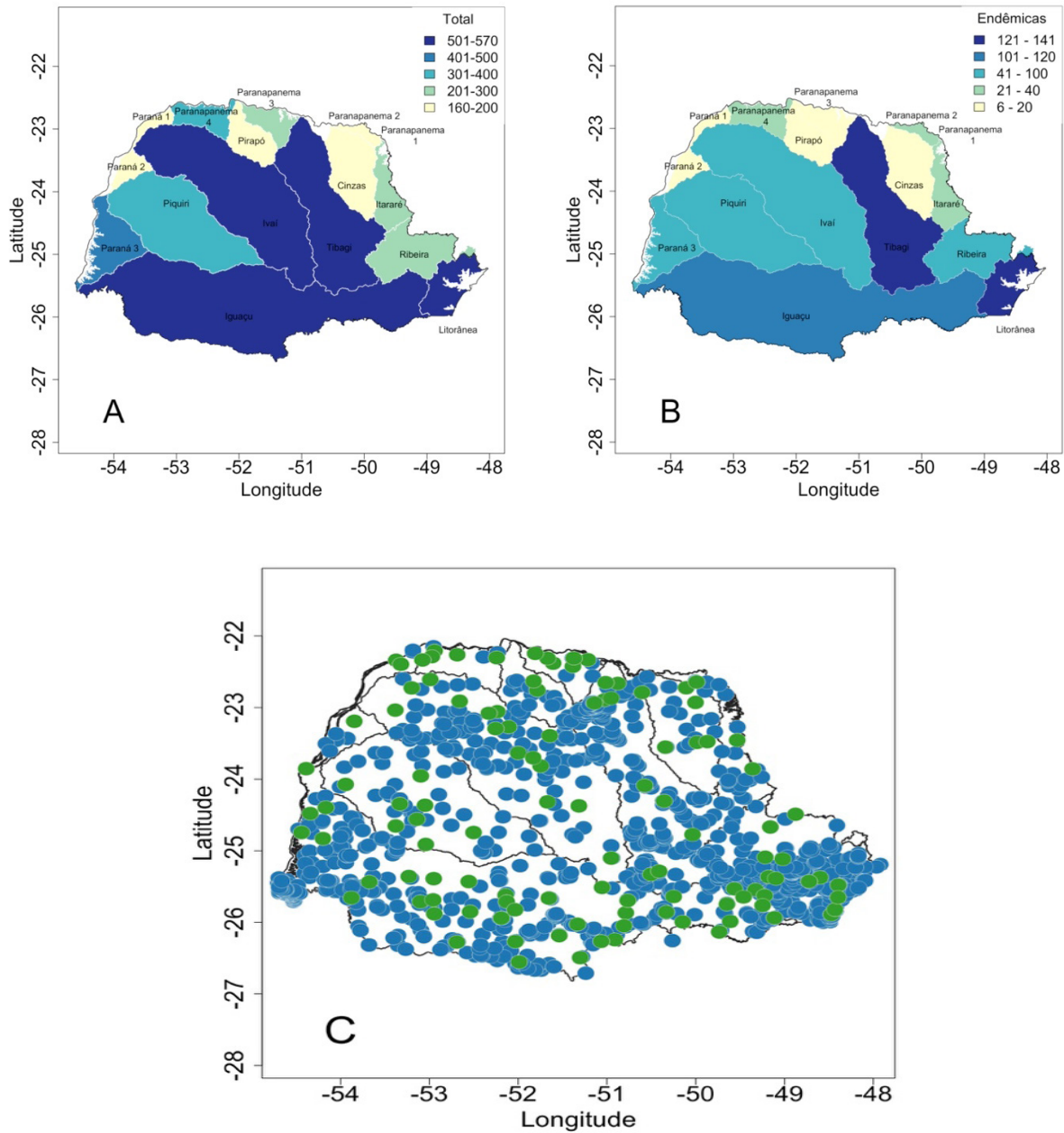
Já cientistas cidadãos observaram aves desde 1973 e, em um total de 250 (61%) municípios, verificaram 143 espécies endêmicas.

Ao combinar todas as fontes, 148 espécies endêmicas foram detectadas em 260 municípios paranaenses.

O número total de espécies registrado em cada uma das 15 bacias hidrográficas está indicado na tabela 1. Nela também são fornecidos os números de espécies endêmicas. A distribuição do número de espécies por bacia hidrográfica é heterogênea e enviesada com relação à quantidade de estudos ou observações por bacia (figura 2).

**Tabela 1** – Riqueza total (em ordem decrescente) e número de espécies endêmicas da mata atlântica em cada bacia hidrográfica, com registros de espécies de aves endêmicas da mata atlântica do estado do Paraná.

<b>Bacia</b>	<b>Total de espécies</b>	<b>Espécies endêmicas</b>
Litorânea	570	141
Tibagi	564	121
Iguaçu	514	120
Ivaí	514	99
Paraná 3	406	55
Piquiri	321	44
Paranapanema 4	319	32
Ribeira	279	99
Paranapanema 3	269	20
Itararé	220	32
Paraná 1	200	6
Pirapó	199	13
Cinzas	197	16
Paraná 2	171	9
Paranapanema 1	160	40



**Figura 2** – Distribuição da riqueza total de espécies (A), das espécies endêmicas da mata atlântica (B) e dos registros de pesquisadores (verde) e de cidadãos cientistas (azul) em municípios (C) nas bacias hidrográficas do estado do Paraná. Fonte: primária.

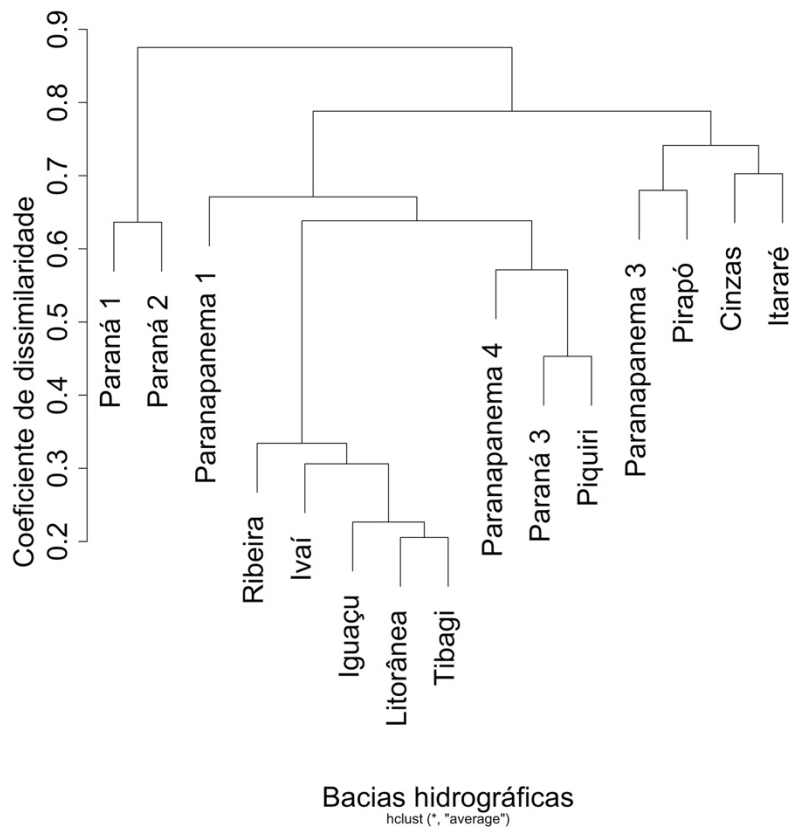
## SIMILARIDADE

Seguindo os critérios supramencionados, houve registro de espécies de aves endêmicas da mata atlântica para 15 bacias hidrográficas. Os resultados do Índice de Similaridade de Jaccard obtido para as comparações entre as bacias hidrográficas demonstraram maiores similaridades ( $\geq 90\%$ ) entre as bacias Paraná 1 com Cinzas, Paraná 1 e 2 com Iguaçu, Paraná 1 com Itararé, Paraná 1 e 2 e Pirapó com Litorânea, Paraná 1 e 2 com Ribeira e Paraná 2 com Tibagi (tabela 2).

**Tabela 2** – Índices de Similaridade de Jaccard entre as combinações das 15 bacias hidrográficas paranaenses com registros de espécies de aves endêmicas da mata atlântica. Asteriscos evidenciam os maiores ( $\geq 90\%$ ) valores de similaridade.

	Cinzas	Iguaçu	Itararé	Ivaí	Litorânea	Paraná 1	Paraná 2	Paraná 3	Paranapanema 1	Paranapanema 3	Paranapanema 4	Piquiri	Pirapó	Ribeira
<b>Iguaçu</b>	0,88													
<b>Itararé</b>	0,70	0,76												
<b>Ivaí</b>	0,85	0,29	0,74											
<b>Litorânea</b>	0,89	0,21	0,77	0,32										
<b>Paraná 1</b>	0,90*	0,95*	0,91*	0,94*	0,96*									
<b>Paraná 2</b>	0,86	0,93*	0,89	0,91*	0,94*	0,64								
<b>Paraná 3</b>	0,75	0,55	0,68	0,49	0,62	0,89	0,86							
<b>Paranapanema 1</b>	0,76	0,70	0,69	0,62	0,73	0,88	0,83	0,64						
<b>Paranapanema 3</b>	0,71	0,83	0,76	0,81	0,86	0,76	0,74	0,73	0,72					
<b>Paranapanema 4</b>	0,77	0,73	0,77	0,69	0,77	0,88	0,76	0,55	0,64	0,70				
<b>Piquiri</b>	0,70	0,63	0,67	0,56	0,69	0,89	0,82	0,45	0,65	0,69	0,59			
<b>Pirapó</b>	0,74	0,89	0,75	0,87	0,91*	0,73	0,78	0,79	0,82	0,68	0,78	0,73		
<b>Ribeira</b>	0,84	0,30	0,69	0,40	0,30	0,94*	0,93*	0,56	0,69	0,82	0,74	0,60	0,87	
<b>Tibagi</b>	0,87	0,24	0,75	0,31	0,21	0,95*	0,93*	0,56	0,70	0,83	0,75	0,64	0,89	0,33

As comunidades de aves endêmicas não foram mais similares entre bacias contíguas. Formaram-se dois grupos de bacias muito dissimilares: o clado Paraná 1-Paraná 2, por sua vez distante do clado formado pelas demais bacias. Paranapanema 1 distanciou-se das demais bacias, enquanto o clado (Ribeira(Ivaí(Iguaçu(Litorânea-Tibagi)))) representa as bacias menos dissimilares com relação à composição da comunidade de espécies endêmicas (figura 3). As bacias Litorânea e Tibagi são distantes geograficamente (figura 1).



**Figura 3** – Dendrograma com coeficientes de dissimilaridade na composição das comunidades de espécies de aves endêmicas da mata atlântica entre bacias hidrográficas do estado do Paraná. Fonte: primária.

## DISCUSSÃO

O padrão de distribuição da riqueza entre bacias foi relativamente concordante tanto para a comunidade total quanto para as espécies endêmicas, ou seja, houve mais registros na Bacia Litorânea e verifica-se que a riqueza diminui na direção das bacias da região de Ibaiti (o chamado norte pioneiro) e da região nordeste paranaense.

O maior conhecimento ornitológico obtido por pesquisadores tradicionais se concentrou na região litorânea paranaense e, por outro lado, a microrregião de Foz do Iguaçu, inserida, em parte, na Bacia Paraná 3, constou como uma das mais bem conhecidas por conta da ciência cidadã (KLEMMANN-JUNIOR *et al.*, 2017).

Isso demonstrou que a serra do mar do leste paranaense, um contínuo de vegetação de florestas ombrófilas preservadas, abarca mais espécies endêmicas em relação ao interior paranaense. Tal padrão é similar ao apresentado para a distribuição das espécies de aves endêmicas da mata atlântica, no qual a riqueza reduz em proporção às maiores longitudes do estado do Paraná (VALE *et al.*, 2018).

Informações compartilhadas por cidadãos cientistas frequentemente corroboram resultados esperados, porém ainda inconclusivos, por causa da ausência de dados robustos providos dos estudos publicados em revistas científicas (LEES & MARTIN, 2015; SCHUBERT *et al.*, 2019).

Aqui, com dados da literatura e da ciência cidadã, (1) percebeu-se como a geração de conhecimento foi grandemente ampliada graças à iniciativa da ciência cidadã, que contribuiu consideravelmente para os registros na região central do estado (figura 2C), e (2) foram determinadas menores dissimilaridades entre algumas bacias hidrográficas geograficamente distantes.



Levantamos três hipóteses para explicar essa inferência.

Primeiro, provavelmente tais dissimilaridades se devem às características edáficas das regiões correspondentes (BHERING *et al.*, 2007), pois os tipos de solos determinam os tipos de vegetação que neles ocorrem. Sabe-se que as espécies de aves, no Paraná, estão distribuídas de acordo com os seus diferentes biomas, a saber: florestas estacionais, florestas ombrófilas e a junção entre campos e florestas mistas, por exemplo (KLEMMANN-JUNIOR *et al.*, 2017). A distribuição dos biomas mencionados não é concordante com a ocorrência das bacias hidrográficas menos dissimilares.

Isso leva à segunda hipótese, a qual sugere que os dados aqui utilizados não refletiram o padrão real de distribuição das espécies endêmicas. Primeiro, pelo fato de haver viés amostral entre bacias, com registros espaciais heterogêneos e com grandes extensões ainda não amostradas, exceto pela Bacia Litorânea. Notou-se que a Bacia Paraná 3 esteve distante do clado (geograficamente contíguo) Paraná 1-Paraná 2, o que pode ter refletido a reduzida quantidade de informação desse último grupo. As bacias Parapanema 3 e Parapanema 4, pouco amostradas, também se distanciaram em termos de agrupamento, embora compartilhem a floresta estacional mais seca e característica do arenito caiué, encontrado nessa região (BHERING *et al.*, 2007). Embora tal arenito esteja presente no nordeste paranaense ao oeste até a foz do Rio Ivaí, a bacia deste compôs clado com as bacias do sudeste, sugerindo a influência da comunidade de aves endêmicas presentes na vegetação ribeirinha e nas florestas mais úmidas da porção mais austral do Rio Ivaí (STRAUBE & URBEN-FILHO, 2002, 2005).

Por fim, como terceira hipótese, a composição original de espécies da região, da maneira como vista atualmente, pode não retratar com precisão aquela existente antes da fragmentação da vegetação nativa do Paraná, especialmente em suas porções central e nordeste. Nessas bacias hidrográficas, a descaracterização da vegetação pode chegar aos 90% (STRAUBE & URBEN-FILHO, 2005). Como essas regiões nunca foram alvo de estudos de naturalistas ou de pesquisa científica (figura 2C), é possível que algumas espécies endêmicas mais sensíveis à fragmentação (RIBON *et al.*, 2003) simplesmente não tenham sido registradas por estudos recentes ou por cientistas cidadãos.

A determinação da distribuição das aves, relacionando-as aos tipos de solo ou vegetação, vai além do escopo do presente trabalho. Portanto, propõe-se como aproximações futuras o estudo da relação entre tais variáveis e a distribuição das aves da mata atlântica.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por fomentar esta pesquisa com uma bolsa PIBIC-EM para o primeiro autor. Ao pesquisador James J. Roper, por auxiliar com as análises. Às bibliotecárias Cleide Bezerra e Dione Seripierri, por obterem referências de difícil acesso.

## REFERÊNCIAS

- Anjos, L., Schuchmann, K. L. & Berndt, R. Avifaunal composition, species richness, and status in the Tibagi river basin, Paraná State, southern Brazil. *Ornitología Neotropical*. 1997; 8: 145-173.
- Bhering, S. B., Santos, H. G., Manzatto, C. V., Bognola, I. A., Fasolo, P.J., Carvalho, A. P., Carvalho, A. P., Potter, R. O. Mapa de solos do estado do Paraná. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2007. 73 p.
- Diniz, M. G., Mazzoni, L. G., Neto, S. D., Vasconcelos, M. F., Perillo, A. & Benedicto, G. A. Historical synthesis of the avifauna from the Rio São Francisco basin in Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2013; 20(3): 329-349.
- Franz, I., Cappelatti, L. & Barros, M. P. Bird community in a forest patch isolated by the urban matrix at the Sinos River basin, Rio Grande do Sul State, Brazil, with comments on the possible local defaunation. *Brazilian Journal of Biology*. 2010; 70(4): 1137-1148.  
doi: <http://doi.org/10.1590/S1519-69842010000600002>

- Grose, A. V. Avifauna na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville, Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*. 2017; 4(3): 106-125.
- Gubert-Filho, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. *In*: Sonda, C. & Trauczynski, S. C. Reforma agrária e meio ambiente, teoria e prática no estado do Paraná. Curitiba: ITCG; 2010. p. 15-26.
- Hasui, É., Metzger, J. P., Pimentel, R. G., Silveira, L. F., Bovo, A. A. D. A., Martensen, A. C. *et al.* Atlantic Birds: a data set of bird species from the Brazilian Atlantic Forest. *Ecology*. 2018; 99(2): 497.  
doi: <http://doi.org/10.1002/ecy.2119>
- Klemann-Junior, L., Vallejos, M. A. V., Scherer-Neto, P. & Vitule, J. R. S. Traditional scientific data vs. uncoordinated citizen science effort: a review of the current status and comparison of data on avifauna in Southern Brazil. *PLoS One*. 2017; 12(12): e0188819.  
doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0188819>
- Krebs, C. J. *Ecological methodology*. 2. ed. Califórnia: Benjamin Cummings; 1999. 620 p.
- Lees, A. C. & Martin, R. W. Exposing hidden endemism in a Neotropical forest raptor using citizen science. *Ibis*. 2015; 157(1): 103-114.  
doi: <http://doi.org/10.1111/ibi.12207>
- Lopes, E. V., Volpato, G. H., Mendonça, L. B., Fávoro, F. L. & Anjos, L. Abundance, microhabitat and ecological partitioning of typical antbirds (Passeriformes, Thamnophilidae) in the Tibagi hydrographic basin, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2006; 23(2): 395-403.  
doi: <http://doi.org/10.1590/S0101-81752006000200013>
- Maack, R. *Geografia física do estado do Paraná*. 4. ed. Ponta Grossa: UEPG; 2017. 526 p.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C. *et al.* Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*. 2017; 208(1): 15-28.  
doi: <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M. & Gascon, C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. *In*: Zachos, F. E. & Habel, J. C. *Biodiversity hotspots distribution and protection of conservation priority areas*. Heidelberg: Springer; 2011. p. 3-22.  
doi: [http://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5\\_1](http://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1)
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Fonseca, G. A. B. & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000; 403(6772): 853-358.  
Doi: <http://doi.org/10.1038/35002501>
- Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., Brito, G. R. R. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*. 2021; 29(2): 94-105.  
doi: <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Posso, S. R. Birds of upper Paraná River basin in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 2013; 21(3): 176-204.
- R Core Team. *R: a language and environment statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2020.
- Ribon, R., Simon, J. E. & Mattos, G. T. Bird extinctions in Atlantic Forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. *Conservation Biology*. 2003; 17(6): 1827-1839.  
doi: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00377.x>
- Rocha, G. F., Ferreira, L. G., Ferreira, N. C. & Ferreira, M. E. Detecção de desmatamentos no bioma cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos. *Revista Brasileira de Cartografia*. 2011; 63(3): 341-349.

Rodrigues, R. C., Hasui, É., Assis, J. C., Pena, J. C. C., Muylaert, R. L., Tonetti, V. R. *et al.* Atlantic Bird Traits: a data set of bird morphological traits from the Atlantic forests of South America. *Ecology*. 2019; 100(6): e02647.  
doi: <http://doi.org/10.1002/ecy.2647>

Sano, E. E., Ferreira, L. G., Rosa, R. & Brito, J. L. S. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma cerrado: estratégias e resultados Planaltina: Embrapa Cerrados; 2007. 33 p.

Schubert, S. C., Manica, L. T. & Guaraldo, A. D. C. Revealing the potential of a huge citizen-science platform to study bird migration. *Emu-Austral Ornithology*. 2019; 119(4): 364-373.  
doi: <http://doi.org/10.1080/01584197.2019.1609340>

Scroccaro, J. L. & Pereira, M. C. B. Bacias hidrográficas do Paraná. Curitiba: Sema; 2010. 138 p.

Silvertown, J. A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*. 2009; 24(9): 467-471.  
doi: <http://doi.org/doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>

Straube, F. C. & Urben-Filho A. A contribuição das expedições zoológicas polonesas (1910-1924) para a história natural no Paraná. *Boletim do Instituto Histórico e Geográfico do Paraná*. 2002; 52: 53-82.

Straube, F. C. & Urben-Filho A. Observações sobre a avifauna de pequenos remanescentes florestais na região noroeste do Paraná (Brasil). *Atualidades Ornitológicas*. 2005; 123: 10-23.

Vale, M. M., Tourinho, L., Lorini, M. L., Rajão, H. & Figueiredo, M. S. L. Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of biodiversity. *Journal of Field Ornithology*. 2018; 89(3): 193-206.  
doi: <http://doi.org/10.1111/jofo.12256>