



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL



Ursula Teixeira de Andrade

**O quanto nosso balde está cheio de conhecimento sobre
vocalizações de aves e de mamíferos sul-americanos no
século XXI?**

Goiânia
Janeiro – 2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Ursula Teixeira de Andrade

3. Título do trabalho

O QUANTO NOSSO BALDE ESTÁ CHEIO DE CONHECIMENTO SOBRE VOCALIZAÇÕES DE AVES E DE MAMÍFEROS SUL-AMERICANOS NO SÉCULO XXI

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Pereira Bastos, Professor do Magistério Superior**, em 08/03/2024, às 09:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ursula Teixeira De Andrade, Discente**, em 08/03/2024, às 10:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4437425** e o código CRC **5319CAE3**.

Ursula Teixeira de Andrade

**O quanto nosso balde está cheio de conhecimento sobre
vocalizações de aves e de mamíferos sul-americanos no
século XXI?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para a obtenção do título de Doutora em Biodiversidade Animal.

Área de concentração: Biodiversidade Animal

Linha de pesquisa: Conservação e Manejo da Fauna

Orientador: Professor Doutor Rogério Pereira Bastos

Goiânia

Janeiro – 2024

Ficha Catalográfica

Andrade, Ursula Teixeira de

O quanto nosso balde está cheio de conhecimento sobre vocalizações de aves e de mamíferos sul-americanos no século XXI? [manuscrito] / Ursula Teixeira de Andrade, Rogério Pereira Bastos. - 2024.

109 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, gráfico, tabelas.

1. Aves. 2. Mamíferos. 3. Vocalizações. 4. Revisão. 5. América do Sul. I. Bastos, Rogério Pereira. II. Bastos, Rogério Pereira, orient. III. Título.

CDU 630



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº **005** da sessão de Defesa de Tese de **Ursula Teixeira de Andrade** que confere o título de Doutora em **Biodiversidade Animal**, na área de concentração em **Biodiversidade Animal**.

Ao/s **trinta dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte quatro (30/01/2024)**, a partir das **08:00** horas, via web conferência, **seguindo Resolução CONSUNI/UFV Nº 141 de 13 de maio de 2022 e orientações do Ofício Circular no. 34/2022/PRPG/UFV (SEI 23070.030951/2022-07)**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **“O QUANTO NOSSO BALDE ESTÁ CHEIO DE CONHECIMENTO SOBRE VOCALIZAÇÕES DE AVES E DE MAMÍFEROS SUL-AMERICANOS NO SÉCULO XXI?”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos (DECOL/ICB/UFV) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Prof. Dr. Alessandro Ribeiro de Moraes (Campus Rio Verde/IFGoiano), membro titular interno; Prof. Dr. Guilherme Henrique Silva de Freitas (DECOL/ICB/UFV), membro titular interno; Prof. Dr. José Vinícius Bernardy Cardoso (ICB/UFV), membro titular externo e Prof. Dr. Vinícius Guerra Batista (ICB/UFV), membro titular externo. Durante a argüição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do **trabalho**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo **Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **trinta dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte quatro (30/01/2024)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Pereira Bastos, Professor do Magistério Superior**, em 30/01/2024, às 12:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Henrique Silva De Freitas, Professor do Magistério Superior**, em 30/01/2024, às 12:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ VINICIUS BERNARDY CARDOSO, Usuário Externo**, em 30/01/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandro Ribeiro de Moraes, Usuário Externo**, em 30/01/2024, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius Guerra Batista, Usuário Externo**, em 30/01/2024, às 12:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4304682** e o código CRC **6CFFBCDA**.

Referência: Processo nº 23070.000467/2024-15

SEI nº 4304682

**O quanto nosso balde está cheio de conhecimento sobre
vocalizações de aves e de mamíferos sul-americanos no
século XXI?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para a obtenção do título de Doutora em Biodiversidade Animal.

Área de concentração: Biodiversidade Animal

Linha de pesquisa: Conservação e Manejo da Fauna

Orientador: Professor Doutor Rogério Pereira Bastos

Aprovada pela Banca Examinadora em: 30/01/2024 Nota: _____

Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos
Orientador

Prof. Dr. Arthur Bispo
Convidado 5

Prof. Dr. Alessandro R. Morais
Convidado 1

Prof. Dr. Natan M. Maciel
Convidado 6

Prof. Dr. Guilherme H. S. Freitas
Convidado 2

Prof. Dra Priscila Carvalho
Convidada 7

Prof. Dr. José Vinícius Bernardy
Convidado 3

Prof. Dra Priscilla Gambale
Convidada 8

Prof. Dr. Vinícius Guerra
Convidado 4

Goiânia
Janeiro de 2024

Dedico este trabalho a todos os meus professores que contribuíram para a minha formação como pesquisadora e ser humano. Dedico também às gerações futuras. Que possam colaborar para um maior conhecimento sobre a biodiversidade animal, mas que também a possam proteger, pensando nos que virão.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço imensamente à CAPES por esse apoio financeiro, que é fundamental em um país como o nosso. Agradeço ao Professor Doutor Rogério pelas boas conversas, pelas aulas, por me acolher e me guiar nesta jornada da graduação e, da pós-graduação, em um tempo tão atípico e desafiador. Agradeço também ao professor Guilherme Henrique Silva de Freitas pela revisão minuciosa dos manuscritos. Da mesma forma, agradeço a todos os docentes e colegas do Programa de Biodiversidade Animal, por contribuírem para a minha formação como pesquisadora e como pessoa. Por fim, agradeço à minha família, minha base e, à Mãe Natureza, de cujo seio floresceu a vida, as aves e também os mamíferos, que tanto nos encantam e atraem a nossa atenção.

TESE - CAPÍTULO UM – ARTIGO

Andrade, U.^{1,2,3} & Bastos, R. P.^{1,2,4}.

Comunicação acústica de aves sul-americanas: o quanto avançamos em 60 anos de pesquisa.

Manuscrito a ser submetido para *Anais da Academia Brasileira de Ciências*

TESE - CAPÍTULO DOIS – ARTIGO

Andrade, U.^{1,2*} & Bastos, R.P.^{1,2}

Revisão cienciométrica de vocalizações de mamíferos sul-americanos: o que sabemos?

Manuscrito a ser submetido para *Zoologia*

¹Laboratório de Herpetologia e Comportamento Animal, Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, 74001-970 Goiânia, Goiás, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal – UFG.

*Autora para correspondência: passarinhologa@gmail.com

Sumário

RESUMO GERAL	13
ABSTRACT	14
Introdução Geral	15
Referências	16
Objetivos gerais e específicos	17
CAPÍTULO 1 – COMUNICAÇÃO ACÚSTICA DE AVES SUL-AMERICANAS: O QUANTO AVANÇAMOS EM 60 ANOS DE PESQUISA	18
Resumo	18
Abstract	19
1. Introdução	20
2. Métodos	21
3. Resultados	23
4. Discussão	38
5. Referências	47
CAPÍTULO 2 - REVISÃO CIENCIOMÉTRICA DE VOCALIZAÇÕES DE MAMÍFEROS SUL-AMERICANOS: O QUE SABEMOS?	56
Resumo	56
Abstract	57
1. Introdução	58
2. Métodos	61
3. Resultados	62
4. Discussão	85
5. Referências	94
6. Conclusão geral	108

RESUMO GERAL

A bioacústica é um ramo da Zoologia que estuda a comunicação acústica dos animais. Esta ciência é multidisciplinar pois se relaciona com outras áreas das ciências naturais e, assim amplia possibilidades de novas descobertas. Investigações que mostrem os avanços e possíveis lacunas que possam existir sobre o conhecimento das vocalizações, ainda são raras, principalmente nos trópicos. Nesta pesquisa nós revisamos o que foi publicado em estudos sobre vocalizações de aves e mamíferos sul-americanos disponível na base de dados Scopus entre 1962 até 2020. Investigamos o impacto da pesquisa em quantidade de artigos publicados, periódicos, grupos taxonômicos, papel das filiações dos autores e diferenças na produção científica entre países. Ao longo de décadas estudos envolvendo vocalizações de aves e mamíferos sul-americanos aumentaram. Alguns grupos e espécies são desproporcionalmente mais estudados do que outros, como das ordens Passeriformes, Cetartiodactyla e Chiroptera. Países de primeiro mundo têm publicado mais. Áreas do conhecimento como Comportamento Animal e Bioacústica abrangeram a maioria das publicações em aves e mamíferos. Propomos que no futuro os esforços de pesquisa sejam reorientados para uma maior atenção em espécies cuja comunicação acústica tem pouco ou nenhum estudo e, principalmente, aquelas ameaçadas de extinção. Com estas duas revisões esperamos poder contribuir para revelar o panorama do que se tem estudado sobre vocalizações de aves e mamíferos sul-americanos e, dessa forma, servir como um guia para auxiliar e direcionar pesquisas futuras.

Palavras-chave: aves, mamíferos, vocalizações, revisão, ciênciometria, América do Sul.

ABSTRACT

Bioacoustics is a branch of Zoology that studies the acoustic communication of animals. This science is multidisciplinary as it relates to other areas of natural science and thus expands possibilities for new discoveries. Investigations that show the advances and possible gaps that may exist in the knowledge of vocalizations are still rare, especially in the tropics. In this research, we reviewed what was published in studies on vocalizations of South American birds and mammals available in the Scopus database between 1962 and 2020. We investigated the impact of the research on the number of articles published, in journals, more focused taxonomic groups, paper authors' affiliations and differences between countries scientific productivity. Studies on bird vocalizations over time have raised. There were taxonomic and geographic biases. Some groups and species are disproportionately more studied than others, such as Passeriformes, Cetartiodactyla and Chiropter. Strong economies had a higher density of publications. Areas such as Animal Behaviour and Bioacoustics were most studied in birds and mammals. We propose that, in the future, research efforts be redirected towards greater attention on species whose acoustic communication has little or no study and, mainly, those ones most endangered species. With these two reviews we hope to be able to contribute to reveal the panorama of what has been studied about vocalizations of South American birds and mammals and, in this way, serve as a guide to help and direct future research.

Key-words: birds, mammals, vocalizations, review, scientometric, South America.

Introdução Geral

Há 95 anos, Saunders (1929) já nos chamava a atenção para a escassez de informações sobre as aves, mesmo de espécies mais comuns. O que se sabia até então sobre o canto delas, era apenas “uma primeira gota posta no balde” (Saunders 1929). Dali por diante, muito do que foi publicado poderia nos informar o quanto este balde foi preenchido. As revisões clarificam lacunas existentes, apontam tendências e direções futuras a seguir. Estudos prévios se beneficiaram das revisões e lançaram luz sobre diversas áreas de pesquisa do mundo natural. Baker (2001) em uma dessas revisões, buscou compilar o progresso científico sobre o canto de aves nos últimos 100 anos. Ele mostrou que o interesse se concentrou mais em espécies de canto aprendido, principalmente Passeriformes Oscines e, em menor grau, nos Psittaciformes e Trochilidae (Baker 2001). E previu que essa tendência persistiria nas próximas décadas. Igualmente, estudos das vocalizações de mamíferos focaram na produção vocal, no aprendizado vocal e em bioacústica de altas frequências. Um exemplo, veio do próprio *Homo sapiens*, cuja produção vocal é muito bem estudada e entendida (van den Berg 1958). Mas também, a ecolocalização em Chiroptera e nas baleias com dentes (Odontoceti) (Fitch e Suthers 2016; Jones et al. 2020).

Da mesma forma como ocorre em diferentes áreas de pesquisa do comportamento animal, o estudo das vocalizações tem muito a avançar. Além disso, tentar preencher tal lacuna Raunkiaerana (Hortal et al. 2015) muitas das vezes é agravado por distintos vieses. Por exemplo, preferências da parte dos pesquisadores por estudar aves canoras ou por preferir trabalhar em localidades mais próximas dos centros de pesquisa. Ou vieses decorrentes de esforço em pesquisa sobre táxons não ameaçados de extinção. Todavia, de modo geral, existe uma correlação positiva entre espécies ameaçadas e publicações (Titley et al. 2017). No entanto, para países da América Latina e África isto parece não ser a realidade. Elas possuem um alto número de espécies ameaçadas e, são regiões ainda sub-representadas nos esforços de pesquisa de biodiversidade (Titley et al. 2017). Um outro tipo de viés é aquele relacionado a investimentos em pesquisa e conseqüentemente na formação de pesquisadores e produção científica. Ele pode ser gerado a partir de diferenças na robustez das economias. Países de economias mais ricas publicaram mais sobre biodiversidade (Titley et al. 2017). O mesmo ocorre com a participação de autores que produzem os artigos. Até mesmo estudos realizados em países de baixo produto interno bruto, os autores que assinam os artigos são sediados em nações ricas (Titley et al. 2017).

Nós fornecemos nesta tese duas revisões cientométricas sobre os estudos já produzidos de vocalizações de aves neotropicais, capítulo 1, e mamíferos neotropicais, capítulo 2. Para este fim, levantamos dados das publicações disponíveis desde o princípio dos anos 1960, oriundas da base Scopus. Por meio dessas revisões trazemos uma análise sobre o progresso científico nos últimos 60 anos e assim, contribuir para o direcionamento de pesquisas futuras.

Referências

Baker, MC. 2001. Bird song research: the past 100 years. *Bird Behavior* 14:3–50.

Fitch WT AND Suthers RA. 2016. Vertebrate Sound Production: An Introductory Overview. Page 328 in R. A. Suthers, R. R. Fay, W. T. Fitch, e A. N. Popper, editors. *Vertebrate sound production and acoustic communication- Springer Handbook of Auditory Research 53*. Switzerland: Springer.

Hortal J, de Bello F, Diniz-Filho JAF, Lewinsohn TM, Lobo JM Ladle RJ. 2015. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46:523– 549.

Jones, B, Zapetis M, Samuelson MM AND Ridgway S. 2020. Sounds produced by bottlenose dolphins (*Tursiops*): a review of the defining characteristics and acoustic criteria of the dolphin vocal repertoire. *Bioacoustics* 29:399–440.

Saunders, A. (1929). *Bird song* (Handbook 7). Albany, NY: New York State Museum.

Titley, MA., Snaddon JL AND Turner EC. 2017. Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate regions. *PLoS ONE* 12:1–14.

van den Berg, J. (1958). Myoelastic-Aerodynamic theory of voice production. *Journal of speech and hearing research* 1(3): 227-244.

Objetivos gerais e específicos

O objetivo geral desta tese foi realizar uma revisão da literatura científica sobre vocalizações de aves e mamíferos neotropicais. Mais especificamente pretendemos responder: (i) o número de publicações sobre vocalizações aumentou no tempo? (ii) os estudos apresentam vieses de autoria, taxonomia, conservação, periódicos? (iii) quais países têm publicado mais? (iv) em quais áreas de conhecimento temos publicado estudos envolvendo vocalizações?

CAPÍTULO 1 – COMUNICAÇÃO ACÚSTICA DE AVES SUL-AMERICANAS: O QUANTO AVANÇAMOS EM 60 ANOS DE PESQUISA

Resumo

As aves são um grupo biodiverso e bastante estudado. Ainda assim, em relação à comunicação acústica, para a América do Sul, muito esforço ainda deverá ser empenhado para preencher lacunas de conhecimento. Não existe uma compilação geral da literatura publicada sobre o que tem sido estudado sobre as vocalizações de aves sul-americanas. O objetivo desta revisão foi desenvolver uma análise cienciométrica sobre o tema, a partir de artigos publicados entre 1962-2020, disponíveis na base Scopus. Registramos o ano de publicação, número de autores, taxóns, o país do primeiro autor que realizou o estudo e áreas de conhecimento onde tem se desenvolvido estudos envolvendo vocalizações. Nosso resultado apontou que a pesquisa sobre vocalizações de aves sul-americanas aumentou exponencialmente nos últimos 60 anos, acompanhando o crescimento no número de autores dos estudos. Os estudos publicados se concentraram em Passeriformes, 360 espécies de suas 2139 ocorrentes na América do Sul, com ampla distribuição geográfica e migratórias. As ordens dos Columbiformes, Ciconiiformes, Eurypygiformes, Ophistocomiformes, Cathartiformes não foram contempladas em estudos sobre vocalizações. Os estudos foram publicados majoritariamente em periódicos da América do Norte, 307 de 606 estudos, em língua inglesa e com foco em comportamento animal. Os Estados Unidos (231 estudos publicados), Canadá (76), Argentina (68) e Brasil (50) foram os países que mais estudaram vocalizações. Países de PIBs mais baixos também foram representados nos estudos. Isto pode indicar que o produto interno bruto não é um *proxy* suficiente para explicar a ampla variedade de países que publicaram.

Palavras-chave: avifauna, vocalização, vieses, revisões, cienciométrica, Neotrópico.

Abstract

Birds are considered a well-studied biodiverse group. Even so, regarding acoustic communication, for South America, a lot of effort still needs to be made to fill gaps. There is no general compilation of published literature on what has been studied about South American bird calls. The objective of this review was to develop a scientometric analysis on studies that have been published between 1962-2020 in the Scopus database. We recorded the year of publication, the author's numbers, taxa, the country of principal author that realized the study and areas of knowledge, where we had studied vocalizations. Our result pointed out that research on vocalizations is in increasing in 60 consecutive years. The number of authors has grown so. The research was biased towards the Passeriformes order, 360 species of 2139 presents in South America, with wide geographical distribution and migration. The orders Columbiformes, Ciconiiformes, Eurypygiformes, Ophistocomiformes, Cathartiformes are not contemplate with studies. The studies were published majority in the Northern Hemisphere, 307 studies of 606, in English-speaking and focusing on animal behavior. The United States (231 published studies), Canada (76), Brazil (68) and Argentina (50) were the countries that most studied vocalizations. Countries with low GDP also were represented in the studies. This can be indicating that the GDP is not a sufficient proxy to explain a wide variety of countries that published about vocalizations.

Key-words: avifauna, vocalization, biases, review, scientometric, Neotropic.

1. Introdução

O advento do espectrógrafo acústico a partir da segunda metade do século XX foi um primeiro marco que propiciou à bioacústica dar grandes passos no estudo das vocalizações das aves. Com ele foi possível retratar visualmente o canto. Antes disto, era difícil descrever um canto e o entendimento de suas diferenças se pautava primariamente na interpretação humana (Thorpe 1954). Começava-se assim a descrição das vocalizações, pois era possível visualizar os elementos dos cantos por meio de representações gráficas (Thorpe 1958, Collias 1963, Ficken et al. 1978). A tecnologia promoveu um aumento nos estudos de cantos, principalmente com grande interesse em aprendizado vocal, dialetos e seleção sexual (Baker 2001). Todavia, pela grande variedade de cantos, as descrições careciam do uso de um sistema comum (Shiovitz 1975, Thompson et al. 1994).

Os primeiros estudos utilizando o espectrógrafo fizeram com que a bioacústica de aves deixasse de ser anedótica para ser descritiva. Um estudo pioneiro teve início com o galo comum, *Gallus gallus* (Collias e Joos 1953). Paralelamente outros dois estudos pioneiros usando áudio-espectrografia ou vibragramas, permitiram aos pesquisadores estudar espécies de Passeriformes das famílias Tyrannidae, Corvidae, Passerelidae, Cardinalidae e Parulidae (Borror e Resse 1953, Kellog e Stein 1953). Havia também um interesse em descrever e medir os sons e tentar entender o processo do aprendizado vocal, como em Trochilidae (Baptista e Schuchmann 1990). Ainda, uma maior compreensão era buscada nos aprendizados de dialetos, como por exemplo para *Zonotrichia leucophrys* (Marler e Tamura 1964). Muitas dessas espécies eram mais acessíveis observacional e experimentalmente por serem comuns e algumas podiam ser mantidas em laboratório. Por exemplo, o estudo sobre aprendizado vocal do tentilhão-comum, *Fringilla coelebs* (Thorpe 1958). Na escolha de uma dada espécie é levado em consideração determinadas peculiaridades. No caso do tentilhão-comum como modelo, a espécie tinha canto prontamente reconhecível e de frase simples. Além disso, em uma dada localidade, cada indivíduo de tentilhão-comum vocalizava somente um tipo de canto (Thorpe 1954). Em pardais é notável a homogeneidade de padrões de canto em uma dada área (Marler e Tamura 1964). Por essas diferenças de padrões de canto entre populações, são bons modelos em estudos basais de desenvolvimento em comportamento animal (Marler e Tamura 1964). A seleção de espécies para se estudar, acaba por direcionar as pesquisas em comportamento em determinadas áreas.

Os vieses, além de gerar lacunas de conhecimento, ocasionam consequências adicionais. A carência de conhecimento sobre uma espécie pode dificultar sua proteção e prioridades em conservação (Darwall et al. 2011). Além disso, preferências ou vieses afetam as generalizações em estudos de biodiversidade. As generalizações na sua maior parte são baseadas nas pesquisas individuais de um cientista ou do grupo de pesquisa ao qual pertence (Wilson et al. 2007). Quando se foca em grupos específicos, se desenvolve mais profundamente o conhecimento de determinados táxons, mas para o desenvolvimento de generalizações, é necessária maior abrangência da pesquisa (Wilson et al. 2007). Vieses também podem ter origem além daqueles das preferências por determinados táxons, pela diferença de idioma ou de poder econômico, de esforços em pesquisa, de geografia, dentre outros. Determinados grupos taxonômicos são ainda bastante sub-representados por popularidade como ocorre para mamíferos e aves (Bonnet et al. 2002; Clark e May 2002). Existe uma dicotomia na representatividade entre os dois hemisférios terrestres na quantidade da produção científica. O norte temperado e de economias de maior produto interno bruto (EUA e Europa Oeste), tradicionalmente têm publicado mais artigos científicos sobre a biodiversidade (Di Marco et al. 2017; Titley et al. 2017). Vieses estão presentes, uma vez que aves e mamíferos ou aquelas espécies economicamente importantes, têm recebido mais atenção (Titley et al. 2017). Além disso, nem sempre os esforços em pesquisa acompanham a necessidade de aumento do conhecimento de espécies ameaçadas. A despeito da grandeza da biodiversidade e do número de espécies em risco de extinção, regiões tropicais como o norte do continente sul-americano ainda são pouco estudadas (Titley et al. 2017).

Este capítulo tem como objetivo levantar tendências, vieses e lacunas na produção científica dos estudos sobre vocalizações de aves sul-americanas. Nós revisamos a literatura científica envolvendo vocalizações para todas as 3.570 espécies de aves sul-americanas em termos de esforços de pesquisa e sua tendência no tempo. Nós buscamos por evidências de vieses em termos de autoria, de grupos taxonômicos. Também buscamos se existiam influências do estado de conservação, de riqueza econômica na pesquisa em vocalizações de aves sul-americanas.

2. Métodos

A busca por artigos para esta revisão foi feita até junho de 2020 na base Scopus (www.scopus.com), por ser considerada uma base abrangente (Waltman,

2016). Utilizou-se o nome de todas as 3570 espécies de aves que ocorrem na América do Sul, incluindo as migratórias, que constam no *Checklist* HBW and Birdlife International (2019). Artigos que estudaram vocalizações de uma dada espécie sul-americana e suas respectivas subespécies, cujas áreas de distribuição se estendem além da América do Sul, foram consideradas nesta revisão. Os termos usados para a busca nos campos título, abstract e palavras-chave foram: (“nome da espécie”) AND ((“vocalization*”) OR (“vocalisation*”) OR (“song*”) OR (“call*”) OR (“singing*”) OR (“vocal* repertoire*”) OR (“acoustic communication*”). Uma triagem foi realizada para extrair apenas estudos relacionados às vocalizações de aves sul-americanas. A busca, mesmo através de palavras-chaves definidas para trazer artigos do interesse dessa revisão, trouxe artigos não relacionados ao tema das vocalizações. Dos artigos remanescentes registramos os seguintes dados: (i) ano de publicação de cada artigo; (ii) número total de autores e quantidade de autores por cada artigo; (iii) nome do periódico; (iv) as espécies, famílias e ordens de acordo com o *checklist*; (v) país de filiação do primeiro autor; (vi) qual país sul-americano representado por instituições que mais publicou; (vii) áreas de conhecimento cujos estudos envolveram vocalizações (e.g. Comportamento Animal, Ecologia, Taxonomia, Bioacústica *per se*, isto é, foco em descrições de vocalizações). Coletamos dados sobre o estado de conservação presente no *Checklist* HBW and Birdlife International (2019). Coletamos também valores do produto interno bruto, obtidos do site do Banco Mundial (The World Bank Data, www.worldbank.org/data, 2020), a fim de sabermos se países com maior PIB têm publicado mais.

Uma análise cienciométrica foi realizada sobre o que tem sido publicado na literatura científica sobre vocalizações de aves sul-americanas. A cienciométrica nos permite quantitativamente avaliar a produção científica em diversas áreas, é a ciência da ciência (Hood e Wilson 2001). O número acumulativo de artigos publicados em cada ano ao longo de todo o período foi utilizado na avaliação da tendência temporal das publicações e de espécies que tiveram suas vocalizações estudadas. Comparamos o que foi publicado sobre vocalizações por cada ano com o que foi publicado sobre aves a nível global (Nabout et al. 2010, Nabout et al. 2012). Em outras palavras, o número de artigos encontrados na Scopus sobre vocalizações (e.g., em 1963, 1971) foi dividido pelo número total de artigos encontrados sobre aves naquele dado ano. Buscamos o que tem sido publicado em Scopus nos campos título, abstrat e palavras-chaves: ((BIRD* OR AVES OR AVIAN OR AVIFAUNA) AND (LIMIT-TO

(PUBYEAR, 1962). A correlação de Spearman foi usada para mensurar a força da correlação entre o crescimento das publicações e anos. O mesmo para avaliar tendência no número de autores e áreas de conhecimento com estudos envolvendo vocalizações. Foi necessário a leitura de artigos, nas seções objetivos, métodos e discussão, para extrairmos em qual área de conhecimento o estudo se encaixava. As análises foram feitas em ambiente R (versão 4.2.2).

3. Resultados

Nós obtivemos 607 artigos sobre vocalizações de aves sul-americanas na base Scopus, que foram publicados entre 1962 até junho de 2020. Destes, registramos um total de 554 espécies e 198 subespécies. Os estudos produzidos por primeiros autores vinculados à instituição estrangeira, superaram as publicações de primeiros autores vinculados a instituições sul-americanas, 71,6% contra 24,2% respectivamente. O restante, (3,9%) foram de autores associados a mais de um país.

Em comparação ao que se tem publicado sobre aves no mundo no período, a proporção de estudos sobre o tema parece ter se mantido constante (Spearman $\rho = 0,019$; $S = 22.962$; $p = 0,88$; Figura 1). O número cumulativo de estudos aumentou com o tempo (Spearman $\rho = 0,88$; $S = 3.016,1$; $p < 0,001$; Figura 2). O mesmo ocorre com o número de espécies (Spearman $\rho = 0,89$; $S = 2.846,7$; $p < 0,001$; Figura 2).

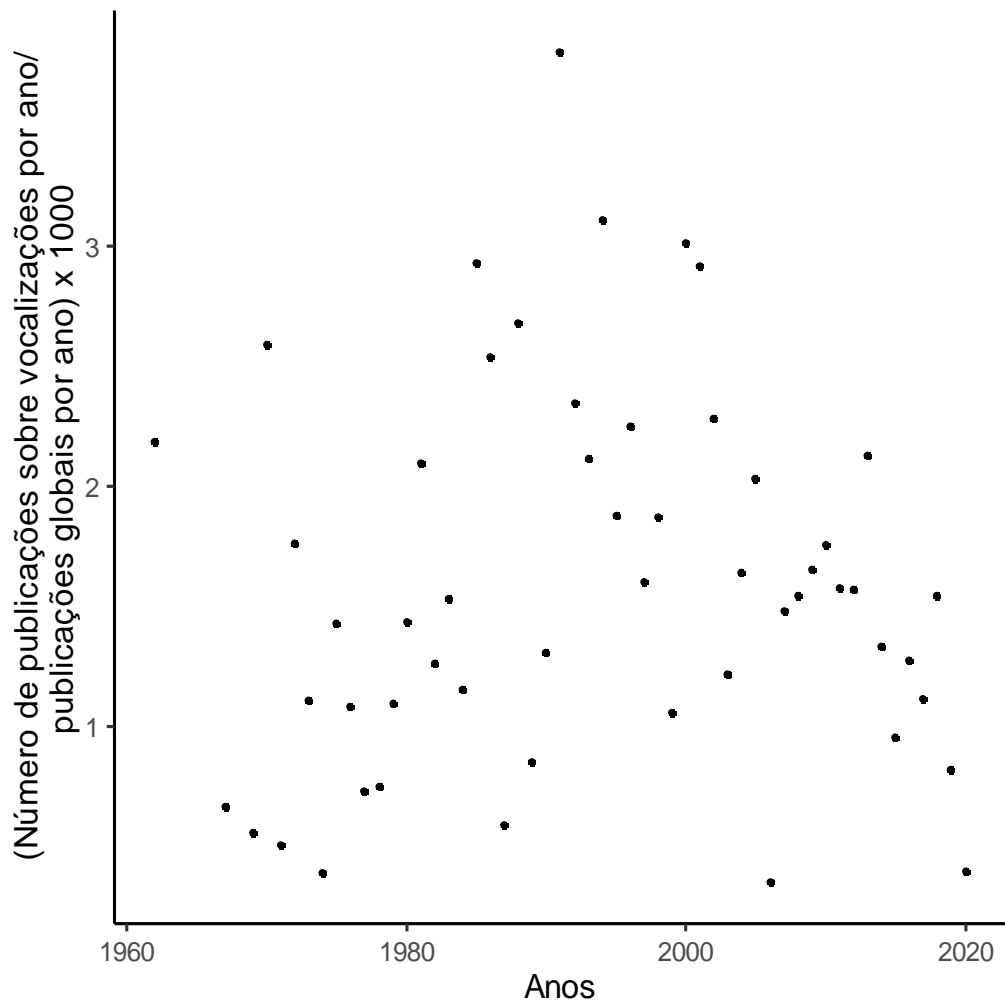


Figura 1: A proporção de artigos publicados sobre o tema em relação ao total de artigos sobre aves publicado. Em comparação à produção científica global, estudos sobre vocalizações, não aumentaram Spearman rho = 0,019; S = 22962; p = 0,88.

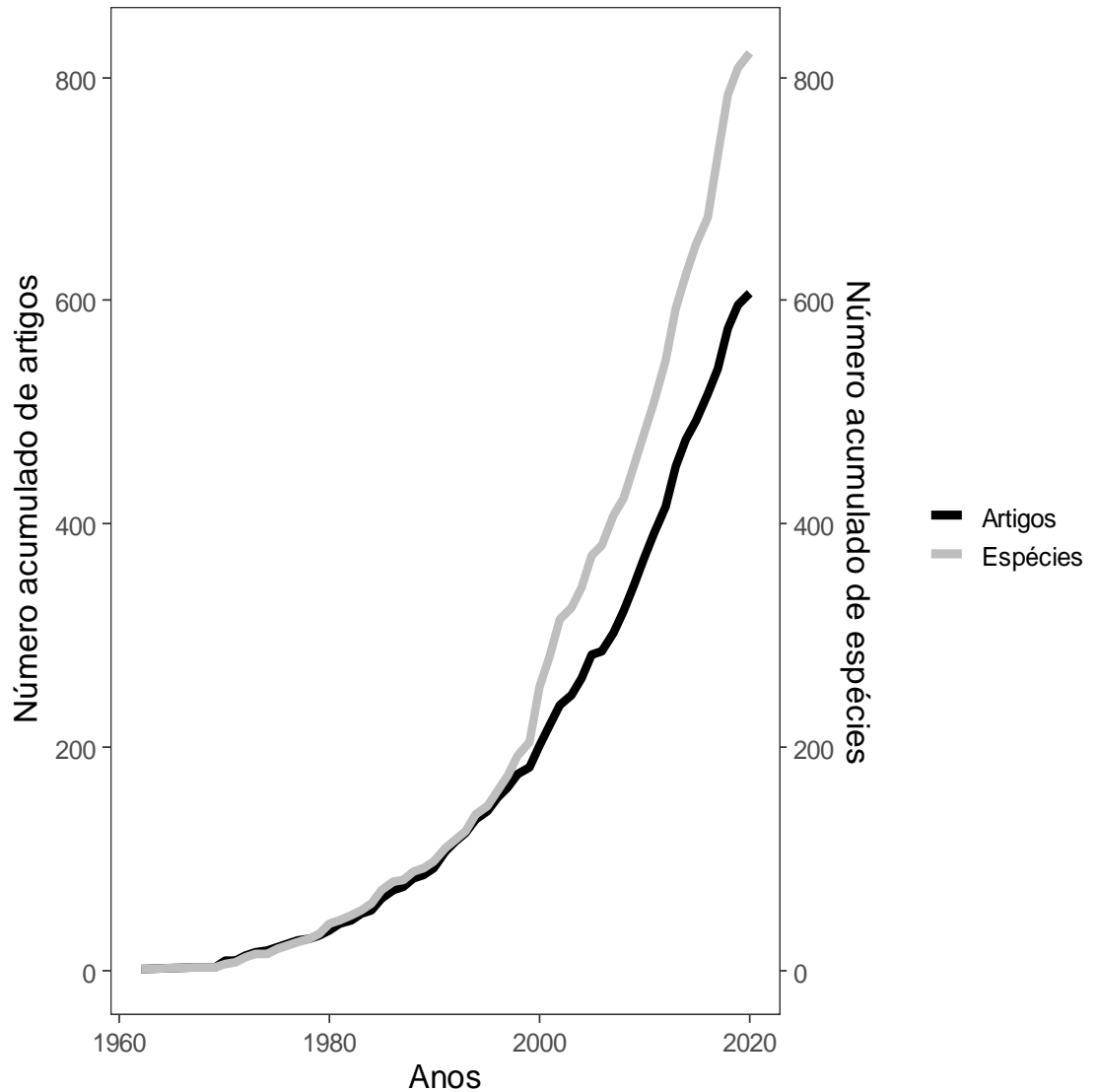


Figura 2: Número acumulativo de artigos envolvendo vocalizações e das espécies de aves sul-americanas compilados desde 1962 até junho de 2020 disponível na plataforma Scopus (total de 607 publicações). Ambos demonstraram um crescimento (Spearman rho = 0,88; S = 3.016,1; p < 0,001; Spearman rho = 0,89; S = 2.846,7; p < 0,001; respectivamente).

O número de autores cresceu ao longo dos anos (Spearman rho = 0,88; S = 3.057,9; p < 0,001; Figura 3, a). O mesmo ocorreu com o número de pesquisadores que assinaram cada artigo (Spearman rho = 0,42; S = 20.380; p < 0,001; Figura 3, b). O destaque ocorreu para os anos de 2013 e 2018, ao todo 35 pesquisadores estiveram interessados nos estudos das vocalizações. Este número se reduziu por cerca da metade (19) em 2019 e um terço (11) na primeira metade de 2020. O número máximo de autores (13) que assinaram um artigo ocorreu em 2012.

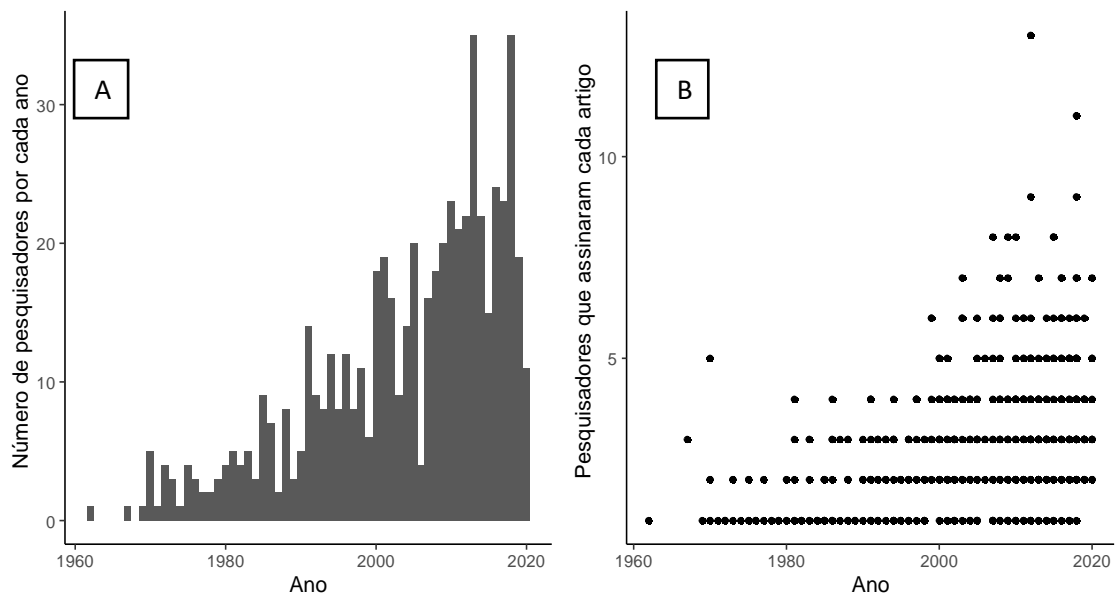


Figura 3: Tendência no número de pesquisadores no período de 1962 a 2020. O número de pesquisadores interessados em vocalizações cresceu no tempo (Spearman rho = 0,88; S= 3.059,7; p<0,001; Figura 3, a). O número de autores que assinaram cada artigo no período também cresceu (Spearman rho = 0,42; S = 20.380; p < 0,001; Figura 3, b).

Foram compilados 390 primeiros autores que estudaram vocalizações. A maioria dos estudos foram conduzidos por dois autores, abrangendo 30,2% dos artigos publicados. Em seguida, estudos com um e três autores responderam por 23% cada. E essas proporções vão diminuindo com trabalhos de quatro autores abrangendo 12% das publicações. Trabalhos entre cinco e 13 autores abrangeram entre 5,1% e 0,1%, respectivamente.

Dos 606 artigos publicados, os primeiros autores dos Estados Unidos publicaram 231 deles, que é três vezes mais do que o segundo, o Canadá, seus primeiros autores tiveram 76 publicações (Figura 4). Em comparação, na América do Sul, com cerca de ¼ das publicações dos EUA, os pesquisadores brasileiros lideraram com 67 artigos e logo atrás vieram os pesquisadores argentinos com 50 publicações. O oposto se verifica com Paraguai, Peru e Venezuela com pesquisadores de cada uma destas nações publicando apenas 1 artigo sobre vocalizações. Estudos representados por mais de um país somaram 24 publicações.

Os pesquisadores dos Estados Unidos estudaram 219 das 554 espécies (Figura 5). Os pesquisadores da Argentina (103) e os pesquisadores do Brasil (98) estudaram mais espécies do que os segundos maiores publicadores, os

pesquisadores do Canadá. Algumas destas 554 espécies estudadas foram compartilhadas entre os países, pois foram estudadas mais de uma vez.

A tendência temporal por década, levando em conta apenas o país que mais publicou, os EUA e, países sul-americanos, com exceção do Equador, Peru e da Venezuela, mostrou um crescimento no estudo das vocalizações (Tabela 1). Os EUA tiveram seu primeiro estudo publicado em 1969, que não é o artigo mais antigo. O mais antigo artigo desta revisão data de 1962 por autor filiado à instituição costa riquenha. Os países sul-americanos começaram na década de 90. Ao examinarmos o país sul-americano que mais publicou, o Brasil, verificamos uma heterogeneidade em relação às suas regiões nas publicações. A região sudeste dominou em publicações com cerca de 47,05% delas. Esta região foi seguida pela região sul com 23,5% das publicações, pelo Nordeste com 13,2%, o Centro-Oeste com 10,3% e pela região norte com 5,9% das publicações.

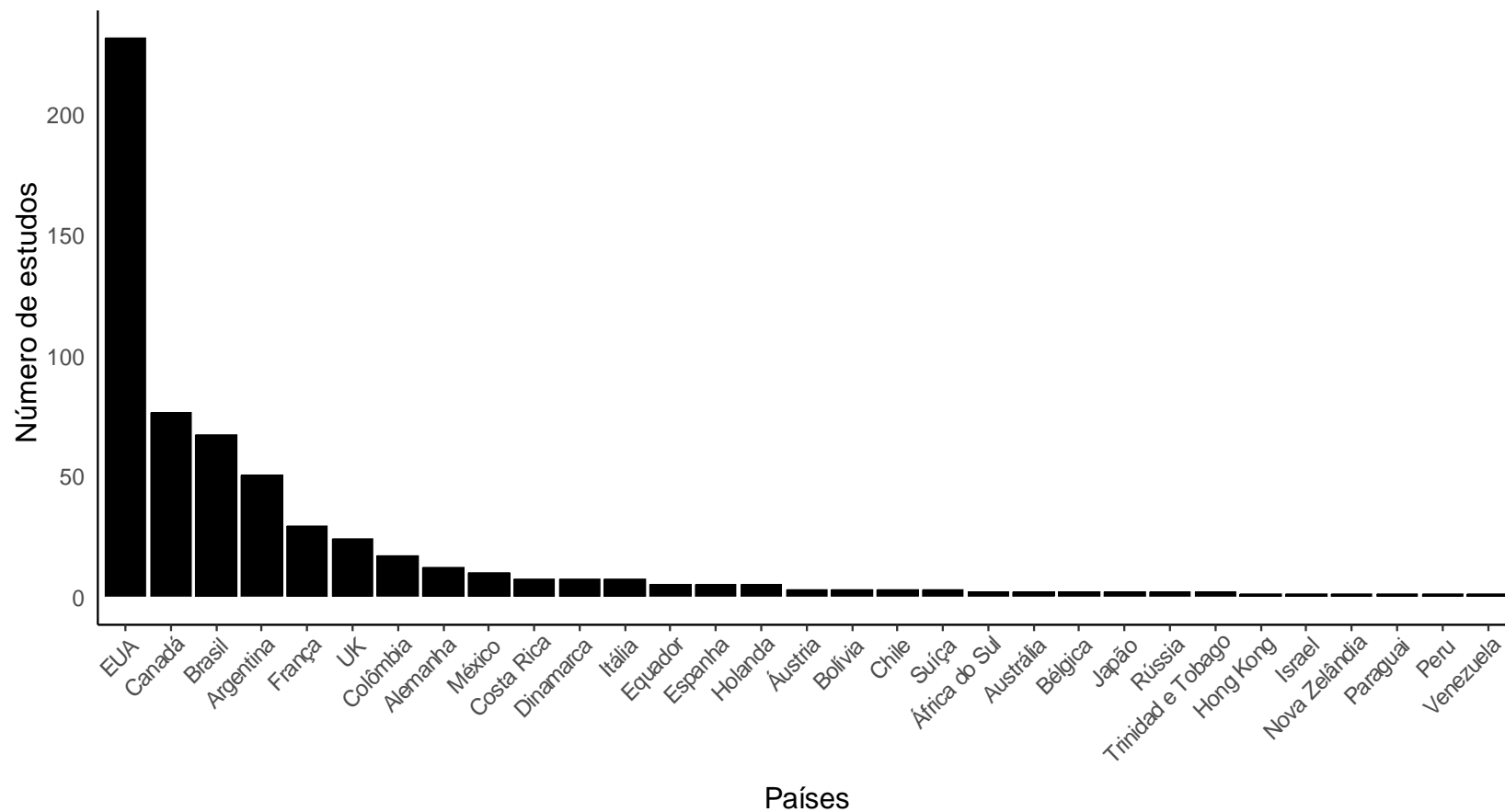


Figura 4: Países que estudaram vocalizações de espécies sul-americanas. Os Estados Unidos publicaram três vezes mais do que o segundo colocado, o Canadá e quase quatro vezes mais que o país sul-americano que mais publicou, o Brasil. No outro extremo, três países sul-americanos, Paraguai, Peru e Venezuela publicaram apenas um artigo.

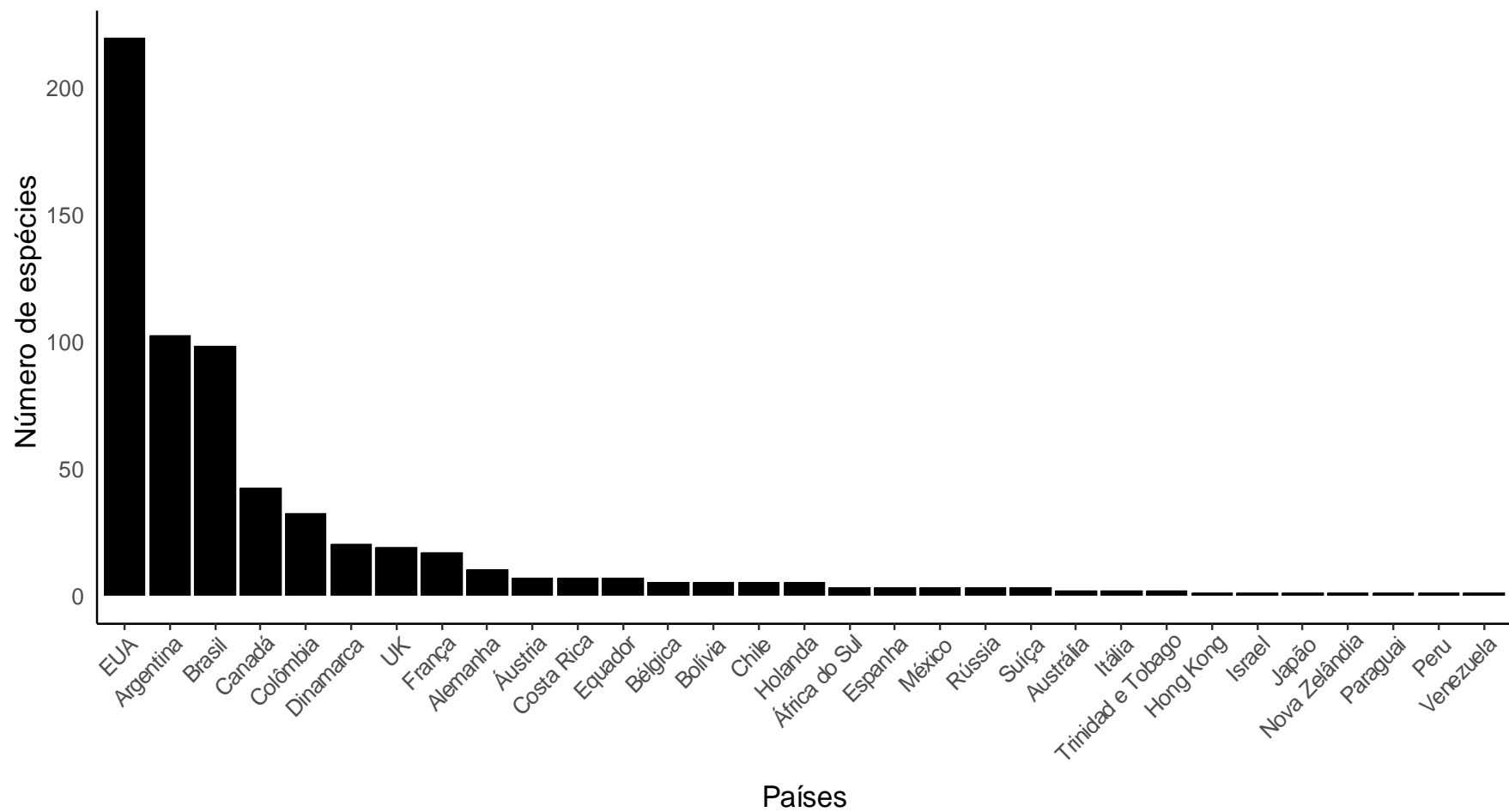


Figura 5: Número de espécies com vocalizações estudadas nos estudos publicados por cada país do primeiro autor. Das 554 espécies estudadas, os EUA estudaram 219 delas, o que representa cerca de duas vezes mais o número de espécies estudadas por autores argentinos e brasileiros.

Tabela 1: Comparativo do crescimento por década entre o país que mais publicou e os países sul-americanos que também publicaram. Houve um crescimento para todos os países com exceção do Equador, do Peru e da Venezuela no período.

País do primeiro autor	Artigos publicados por década					
	1960	1970	1980	1990	2000	2010
EUA	1	19	30	51	53	77
Brasil	0	0	0	3	15	49
Argentina	0	0	0	4	15	31
Colômbia	0	0	0	1	5	11
Equador	0	0	0	0	3	2
Bolívia	0	0	0	1	1	2
Chile	0	0	0	0	0	3
Paraguai	0	0	0	0	0	1
Peru	0	0	0	0	1	0
Venezuela	0	0	0	0	1	0

Os Passeriformes foram a ordem com mais espécies estudadas, 360 espécies, ou 16,8% das 2139 que ocorrem na América do Sul (Tabela 2). Para Strigiformes este percentual chegou a 56,5% e para Struthioniformes chegou a 47,2%. Em relação às ordens aquáticas, os Procellariiformes tiveram 19,1% das suas espécies sul-americanas estudadas e os Charadriiformes tiveram 11,8%. Piciformes foi a menos estudada, contou com 13 espécies, mas isto representa apenas 6,0% das espécies ocorrentes.

Tabela 2: As ordens com pelo menos 10 espécies sul-americanas com vocalizações estudadas. Em números absolutos, os Passeriformes foram os mais estudados, porém isto representou apenas 16,8% das espécies ocorrentes na América do Sul. As Strigiformes abarcaram um percentual maior, cerca de 56,5% das espécies ocorrentes.

Ordens mais estudadas	Espécies estudadas	Espécies ocorrentes	Em percentuais das ocorrentes
Passeriformes	360	2139	16.8
Strigiformes	26	46	56.5
Caprimulgiformes	24	348	6.9
Psittaciformes	22	147	15.0
Struthioniformes	22	46	47.8
Procellariiformes	17	89	19.1
Charadriiformes	16	136	11.8
Piciformes	13	215	6.0

A tabela três traz as ordens menos contempladas no estudo das vocalizações. Os Galliformes tiveram apenas 4,6% de suas espécies estudadas. Eles foram seguidos pelos Accipitriformes com 8,2%, os Coraciiformes com 7,7%. Os Phoenicopteriformes e as Cariamiformes tiveram metade de suas espécies estudadas.

Tabela 3: As ordens com menos de 10 espécies que tiveram suas vocalizações estudadas. A ordem menos contemplada foi a dos Galliformes com menos de 5% de suas espécies ocorrentes estudadas. Ela foi seguida por Accipitriformes com 8,2% de espécies estudadas das suas ocorrentes na América do Sul.

Ordens menos estudadas	Espécies estudadas	Espécies ocorrentes	Em percentuais das ocorrentes
Cariamiformes	1	2	50.0
Coraciiformes	1	13	7.7
Podicipediformes	1	10	10.0
Phoenicopteriformes	2	4	50.0
Trogoniformes	2	17	11.8
Cuculiformes	3	22	13.6
Galliformes	3	65	4.6
Suliformes	3	19	15.8
Sphenisciformes	4	15	26.7
Accipitriformes	5	61	8.2
Anseriformes	6	51	11.8
Falconiformes	7	27	25.9
Gruiformes	8	56	14.3
Pelecaniformes	8	41	19.5

Ao todo foram 62 famílias de aves sul-americanas que tiveram suas espécies com vocalizações estudadas. As famílias que tiveram pelo menos 10 espécies com suas vocalizações estudadas são mostradas na Tabela 4. A família Furnariidae foi a mais estudada, com 69 espécies, seguida por Thamnophilidae com 55 espécies. Todavia se olharmos para valores percentuais ao invés dos absolutos, Furnariidae teve apenas 21,6% estudadas, das suas 320 espécies ocorrentes na América do Sul. A família Rhinocryptidae por sua vez, foi a mais estudada. Ela teve 67,8% das suas 59 espécies ocorrentes na América do Sul, estudadas. Ela é seguida por Strigidae com 55,5% das suas 45 espécies ocorrentes e, Tinamidae com 50% das suas 44 espécies ocorrentes.

Tabela 4: As famílias com pelo menos 10 espécies estudadas e suas espécies ocorrentes na América do Sul. Em números absolutos a família Furnariidae foi a família mais estudada, seguida por Thamnophilidae. Todavia, percentualmente foi Rhinocryptidae a mais estudada, com 67,8% de suas ocorrentes na América do Sul. Ela foi seguida por Strigidae, com mais de 50% das suas ocorrentes.

Famílias	Espécies estudadas	Espécies ocorrentes	Em percentuais das ocorrentes
Furnariidae	69	320	21.6
Thamnophilidae	55	240	22.9
Rhinocryptidae	40	59	67.8
Thraupidae	35	373	9.4
Parulidae	29	78	37.2
Tyrannidae	28	396	7.1
Strigidae	25	45	55.6
Psittacidae	22	147	15.0
Tinamidae	22	44	50.0
Trochilidae	17	283	6.0
Procellariidae	15	57	26.3
Troglodytidae	13	55	23.6
Icteridae	12	72	16.7
Picidae	12	92	13.0
Cardinalidae	10	30	33.3
Pipridae	10	50	20.0

Passerina cyanea foi a espécie mais estudada de todas as 554 espécies, com 24 publicações (Tabela 5). Ela foi seguida por *Troglodytes aedon* com 17 estudos e, *Zonotrichia capensis* com 15.

Tabela 5: As espécies que tiveram pelo menos cinco espécies com vocalizações estudadas. *Passerina cyanea* foi a espécie com mais estudos, 24.

Espécies mais estudadas	Número de publicações
<i>Passerina cyanea</i>	24
<i>Troglodytes aedon</i>	17
<i>Zonotrichia capensis</i>	15
<i>Geospiza fortis</i>	12
<i>Setophaga ruticilla</i>	12
<i>Tachycineta bicolor</i>	12
<i>Aptenodytes patagonicus</i>	10
<i>Hirundo rustica</i>	10
<i>Catharus fuscescens</i>	7
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	7
<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	6
<i>Empidonax alnorum</i>	6
<i>Furnarius rufus</i>	6
<i>Geothlypis trichas</i>	6
<i>Larus atricilla</i>	6
<i>Henicorhina leucophrys</i>	5
<i>Larus ridibundus</i>	5

Em relação ao estado de conservação segundo a lista vermelha da IUCN, foram mais estudadas as espécies categorizadas em estado pouco preocupante (Tabela 6). Ao todo foram 437 espécies, que representam 14,8% das espécies ocorrentes. As seguiram as vulneráveis, com 42 espécies estudadas, cerca de 19,2% das espécies vulneráveis ocorrentes. Todavia, foram as em perigo que tiveram percentualmente mais espécies estudadas, 23%. Das quatro extintas, duas espécies endêmicas foram descritas.

Tabela 6: A distribuição do quantitativo de espécies com vocalizações estudadas pelo status de conservação da IUCN. Estudou-se mais espécies em estado pouco preocupante, mas percentualmente foram as criticamente em perigo as mais estudadas, 23% das ocorrentes.

Status de conservação	Espécies estudadas	Espécies ocorrentes	Em percentuais das ocorrentes
LC	437	2960	14.8
NT	38	281	13.5
VU	42	219	19.2
EN	26	113	23.0
CR	9	50	18.0
EX	2	4	50.0
Total	554		

Ao todo 104 periódicos publicaram sobre vocalizações de aves sul-americanas. Todavia a maioria dos estudos, (41,3%) foi publicada por cinco jornais, sendo: *Animal Behaviour* (63 estudos), *The Wilson Journal of Ornithology* (62 estudos), *The Auk* (51 estudos), *The Condor* (41 estudos) e *Behaviour* (33 estudos) (Tabela 7). Dentre os sul-americanos, somente o periódico *Ornithology Research* esteve presente entre os periódicos com mais de 10 artigos publicados, com 15 publicações.

Tabela 7: Os periódicos com mais de 10 publicações dos estudos de vocalizações de aves sul-americanas. A liderança em publicações ficou por conta de *Animal Behaviour* com 63 artigos. Somente uma revista sul-americana, *Ornithology Research* esteve presente entre os periódicos com mais de 10 publicações.

Periódicos	Número de publicações
<i>Animal Behaviour</i>	63
<i>The Wilson Journal of Ornithology</i>	62
<i>The Auk</i>	51
<i>The Condor</i>	41
<i>Behaviour</i>	33
<i>IBIS</i>	24
<i>Ornitologia Neotropical</i>	17
<i>Ethology</i>	15
<i>Ornithology Research</i>	15
<i>Behavioral Ecology</i>	12
<i>Behavioral Ecology and Sociobiology</i>	12
<i>Bioacoustics</i>	12
<i>Bulletin of the British Ornithologists Club</i>	12
<i>Journal of Field Ornithology</i>	12
<i>Journal of Ornithology</i>	12
<i>Journal of Avian Biology</i>	11

A área de conhecimento que tem concentrado mais estudos sobre vocalizações foi a de comportamento animal (Tabela 8). Com 219 publicações esta área abarcou 36,1% dos estudos, seguida por bioacústica (130 estudos), taxonomia (80 estudos) e história natural (36 estudos). Os números acumulados destas quatro áreas também parecem apresentar crescimento: bioacústica (Spearman rho = 0,70; S = 10331; p < 0,001), taxonomia (Spearman rho = 0,78; S = 7472,3; p < 0,001), comportamento animal (Spearman rho = 0,78; S = 7498,9; p < 0,001) e história natural (Spearman rho = 0,51; S = 16887; p < 0,001) (Figura 6).

Tabela 8: As áreas de conhecimento com estudos envolvendo vocalizações de aves sul-americanas. A área de conhecimento animal sozinha abrangeu 36,1% das publicações dos estudos envolvendo vocalizações.

Áreas	Quantidade de publicações	Quantidade em percentuais
Comportamento Animal	219	36.1
Bioacústica	130	21.4
Taxonomia	80	13.2
História Natural	36	5.9
Biogeografia	27	4.4
Ecologia	25	4.1
Evolução	23	3.8
Biologia	14	2.3
Fisiologia	12	2.0
Genética	10	1.6
Populações	10	1.6
Bioinformática	9	1.5
Ecologia Urbana	7	1.2
Paisagem	3	0.5
Anatomia	2	0.3

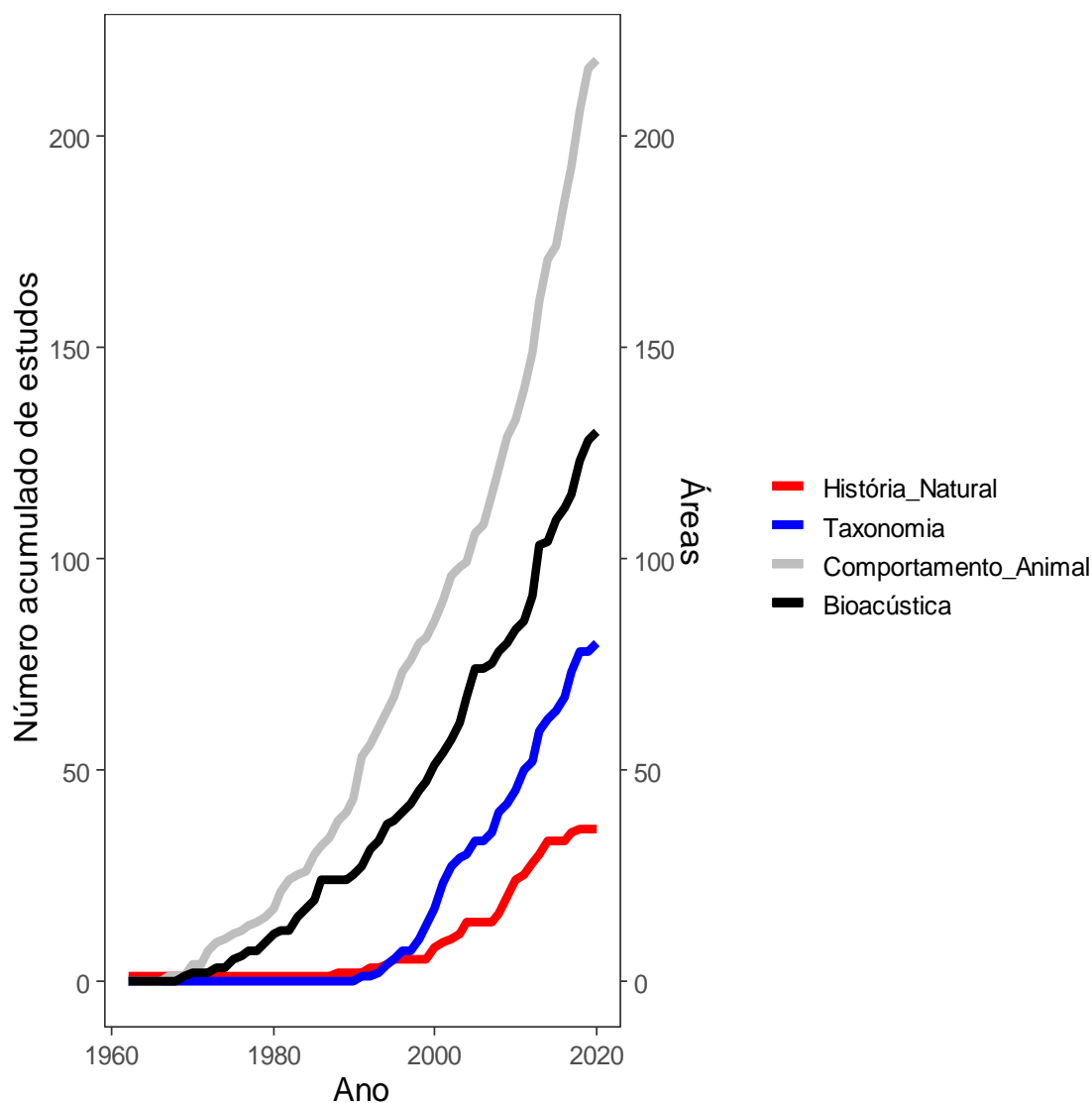


Figura 6: Número acumulado de estudos envolvendo vocalizações para as áreas com mais de cinco por cento de publicações. Todas apresentaram um crescimento: bioacústica (Spearman rho = 0,70; S = 10331; p < 0,001), taxonomia (Spearman rho = 0,78; S = 7472,3; p < 0,001), comportamento animal (Spearman rho = 0,78; S = 7498,9; p < 0,001) e história natural (Spearman rho = 0,51; S = 16887; p < 0,001).

4. Discussão

Após 60 anos de estudos de vocalizações muito caminho ainda deverá ser percorrido no estudo desta área do comportamento animal na América do Sul. Estudou-se 15,2% das espécies que ocorrem na América do Sul. A maior parte dos estudos publicados vieram de autores vinculados a instituições fora da América do Sul, notadamente os Estados Unidos e Canadá. Foi nesta parte do

mundo que estudos pioneiros começaram e foram impulsionados por uma tecnologia que permitiu visualizar os cantos e sua estrutura. Assim, neste período da história da bioacústica sul-americana, houve um viés geográfico direcionado à América do Norte.

A produção científica sobre vocalizações das aves com distribuição na América do Sul cresceu, mas não a ponto de se perceber um forte sinal quando em comparação com o que foi produzido globalmente sobre aves. Isto pode indicar que a ornitologia acústica ainda é um campo lento em crescimento, mesmo que as aves, juntamente com mamíferos, sejam uns dos grupos mais bem estudados quando comparados a outros grupos de vertebrados (Clark e May 2002). Embora houve muitas publicações por norte-americanos e canadenses, precisou passar 29 anos para que o primeiro artigo de pesquisadores sul-americanos aparecesse. Provavelmente haverá a necessidade da continuidade de investimentos na formação de novas gerações de ornitólogos acústicos, no presente e no futuro. Ou não ainda é insuficiente o interesse ou preferência, por esta área do comportamento animal, a da comunicação acústica de aves sul-americanas. Outras áreas do comportamento animal podem ter chamado mais a atenção dos pesquisadores, como por exemplo, o cuidado parental. O cuidado parental tem dominado as pesquisas em aves por mais de uma década (Stahlschmidt 2011). O maior número de artigos publicados entre autores de países da América Latina foi do Brasil e da Argentina. A bioacústica pode contribuir em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, no monitoramento de espécies noturnas como foi feito no estudo do corujão-orelhudo *Bubo virginianus* (Odom et al 2013). Assim, o incentivo ao estudo de vocalizações deve ser estimulado, principalmente dentro do continente, com a formação de mais capital humano e implementação de novos laboratórios de bioacústica.

De modo abrangente o número de autores, inclusos estrangeiros ao continente que estudaram vocalizações, têm aumentado, o que pode indicar que mesmo lentamente os estudos das vocalizações têm chamado a atenção. Igualmente, o crescimento em colaborações é um fator impulsionador na pesquisa científica. Todavia, a maior parte dos trabalhos variam de um a três autores, sendo artigos com dois autores o mais comum. A hiper autoria foi inexpressiva desde o começo da década de 60 até o ano de 2020. A comunidade científica considera que colaborações são importantes para um melhor trabalho final, que é fruto de intercâmbios, recursos e experiências (Wray 2002, Adams et

al. 2005). Talvez estudos de maior complexidade demandem uma maior colaboração e expertise. Trabalhos com cinco e com quatro autores só surgiram em 1970 e depois em 1981, respectivamente. Foram estudos realizados de espécie que vive em ilhas, que pode ter uma maior dificuldade prática em campo na coleta de dados ou ainda ser migratória, ou ainda, aquelas espécies que requerem um tempo longo de gravação em campo e, que muitas das vezes, necessita-se que seja feita a muitas mãos (Stevenson et al. 1970, Payne et al. 1981).

O leque de autores interessados nas vocalizações de espécies sul-americanas foi amplo. Pesquisadores da África do Sul estudaram a vocalização de petréis que habitam ilhas remotas do Atlântico Sul em suas cercanias e pesquisadores da França, os pinguins patagônicos nos seus territórios ultramarinos (Brooke 1986, Aubin e Jouventin 1998, Ryan 1998). Pesquisadores da Nova Zelândia também estudaram petréis, mas na ilha da Trindade (Imber 2004). Não somente aves com grandes distribuições foram estudadas. Houve pesquisas de aves por parte de pesquisadores russos em zoológicos, do gênero *Dendrocygna*, buscando uma maior compreensão do papel da vocalização em contexto de dimorfismo sexual (Volodin et al. 2005, Volodin et al. 2009). Isto mostra a importância e a contribuição dos estudos realizados também em aves de cativeiro.

Estudos prévios indicam que economias mais ricas têm mais alta produção científica, não somente em biodiversidade (Titley et al. 2017, Tydecs et al. 2018, Oliveira et al. 2022). Contudo, nesta revisão, países de economias médias e baixas, de diversos continentes também contribuíram no estudo de vocalizações. Assim, o produto interno bruto sozinho, não é suficiente para explicar um aumento em pesquisa científica nos estudos sobre vocalizações. A riqueza econômica é um determinante na riqueza científica, porém a política de pesquisa, o ambiente de pesquisa, infraestrutura, nível de educação da população, competitividade e inclinação para colaboração internacional, também sejam alguns destes determinantes (Gonzalez-Brambila et al. 2016). Historicamente, países desenvolvidos, como EUA e Canadá que são mais antigos e vieram investindo muito em pesquisa, vieram dominando o número de publicações científicas (Holmgren AND Schnitzer 2004). Todavia, pesquisadores de países pobres podem ter uma vantagem a mais do que países ricos estudando suas aves sul-americanas. Eles podem ter custos reduzidos, uma vez que pesquisas são levadas a cabo dentro, dos seus próprios territórios. Apesar deste fato, o quanto se investe, é um diferencial no aumento das pesquisas. Isso é mostrado pelo

percentual de investimento em pesquisa e desenvolvimento – P&D principalmente em áreas de ciências naturais (Holmgren AND Schnitzer 2004). Enquanto os EUA, com um PIB de 21 trilhões (ano base de 2020) investiu mais de 2,01% de seu PIB em P&D, o Brasil (1,45 trilhões) investiu entre 1,01-2,00% (UNESCO 2020). E a média para América Latina e Caribe, que também estudaram as vocalizações é de 0,7% do PIB, média abaixo da mundial de 1,7% do PIB (UNESCO 2020). Os países sul-americanos tiveram um crescimento nas publicações, mas tardiamente e com maior empenho após os anos 2000. Provavelmente um maior percentual do PIB destes países foi dirigido à pesquisa, o que se viu refletido numa maior quantidade de publicações e de espécies estudadas. A América Latina tem investido em pesquisa mesmo com um investimento de percentuais mais baixos do que os EUA e Canadá (Holmgren AND Schnitzer 2004). Países ricos podem aplicar um maior aporte de recursos, que pode ser um dos fatores que permitem ao pesquisador estudar espécies em áreas distantes do seu país ou de seu centro de pesquisa (Bostwick AND Zyskowski 2001; Clark et al. 2013; Wilkins et al. 2018). Autores norte-americanos puderam estudar espécies fora de seu território, muitas delas repetidas vezes, algumas com grandes áreas de distribuição geográfica ou migratórias com em *Hirundo rustica* (Wilkins et al. 2018). Ser migratória, ter grandes áreas de distribuição ou ter divergências vocais podem ter sido atributos que atraíram a atenção dos pesquisadores.

Em relação aos países sul-americanos, o Brasil (PIB de 1,4 trilhões), Argentina (385,54 bilhões) e a Colômbia (270,15 bilhões) são aqueles com maior PIB sul-americano que estudaram as vocalizações. O Brasil é a economia mais robusta sul-americana e com maior número de artigos publicados, mas foi a Argentina que estudou mais espécies. A razão é que grande parte dos autores argentinos e colombianos, que são poucos pesquisadores, tiveram uma preferência por estudar grupos de mesmo gênero e publicar em único artigo. Por exemplo, no estudo do efeito da morfologia do bico sobre a estrutura acústica na subfamília *Dendrocolaptinae* (Palacios e Tubaro 2000).

A cada década os maiores estudiosos das vocalizações (pesquisadores dos EUA, Brasil, Argentina e Colômbia) vieram aumentando o número de artigos publicados. Os EUA começaram no final dos anos 60 e para os dados desta revisão, os sul-americanos um pouco mais tardiamente a partir dos anos 90. Foi preciso surgir toda uma geração de pessoas interessadas no estudo das vocalizações dentro da América do Sul, que incluiu pesquisadores de origem

estrangeira. Os três maiores publicadores sul-americanos tiveram seu primeiro artigo publicado com a Argentina em 1990, depois com o Brasil em 1991 e a Colômbia em 1992. Os argentinos Martella e Bucher (1990) utilizaram o estudo da bioacústica do periquito *Myiopsitta monachus* a fim de ampliar o conhecimento ecológico e etológico da espécie.

Pudemos também constatar vieses regionais dentro do país sul-americano que mais teve artigos publicados, no caso o Brasil. Os ornitólogos acústicos não se distribuíram heterogeneamente no território. A primeira publicação de 1991 veio da Universidade Estadual Paulista – UNESP, sobre espécies irmãs de Vireonidae (Willis 1991). As regiões sudeste e sul são as que dominaram em publicações. A região Centro-Oeste com suas sete publicações foram representadas pelo Instituto Federal Goiano de Urutaí, pela UNB e pela Universidade Federal do Mato Grosso. O Norte, a região com menor publicação foi representada pelo INPA, o Instituto Nacional de Pesquisa Amazônica e a Universidade Federal do Pará. Historicamente as universidades brasileiras começaram suas atividades na região sudeste, com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (1920) e a Universidade de São Paulo (1934). Universidades nordestinas participaram bem mais recentemente. Tivemos um primeiro estudo do canto de voo de dez papagaios do cerrado publicado em 2017 pela Universidade Federal da Paraíba e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (Araújo et al. 2017). Mas também estudos de universidades interioranas. Vimos isto no estudo das comparações sonoras e morfométricas entre populações de *Arremon taciturnus* da Universidade Federal de Campina Grande (Lucena e Mariano 2018). O Distrito Federal foi representado apenas por uma única universidade, a Universidade de Brasília. São também publicações muito recentes, cujo interesse foi no comportamento vocal em dueto de *Furnarius rufus* (Diniz et al. 2018, Diniz et al. 2019, Diniz et al. 2020). Isto pode estar indicando uma redução dos vieses regionais. Mas também um processo de descentralização da pesquisa originalmente do sudeste e sul. Movendo-se para um maior equilíbrio no futuro, entre regiões, reduzindo o viés geográfico. Um maior espalhamento da pesquisa por novas regiões está ocorrendo. Novos ornitólogos acústicos podem ser oriundos dos centros tradicionais do sudeste e sul, bem como dos próprios centros de pesquisa mais regionais.

Passeriformes foi a ordem mais estudada em vocalizações levando a um maior aprofundamento do conhecimento nela em relação às demais. Em geral,

são espécies que possuem características como ter grandes áreas geográficas, cosmopolitas, migratórias ou aves canoras (Bolus 2014). Ela é a ordem mais numerosa em espécies contendo mais da metade de aves vivas no mundo. Ocorrem na América do Sul em número de 2139, distribuídas por 35 famílias (IUCN 2024). Passeriformes é considerada a ordem mais comumente estudada em comportamento animal (Rosenthal et al. 2017). Apresentam comportamentos vocais de aprendizado como em Oscines, têm variação geográfica ou cultural de cantos, formam duetos, dentre outros. Por ser uma ordem tão diversa em vocalizações, com espécies atraentes ou abundantes e, serem numerosas em espécies, teve como resultado um desproporcional interesse nessa ordem. Esta ordem foi seguida por Caprimulgiformes, Psittaciformes, Strigiformes e Struthioniformes. Psittacídeos podem atrair o interesse dos pesquisadores por ter canto vocal aprendido. Porém, as vocalizações têm papel fundamental no estudo de aves de difícil visualização. Mas também para as raras ou por terem hábitos noturnos ou coloração que se confunde com a paisagem, como são as corujas e os tinamídeos (Laverde-R e Cadena 2014, Negret e Laverde-R 2015). Estudamos pouco as aves marinhas e as costeiras em comparação às terrestres e de águas interiores. São espécies que podem ser mais difíceis de estudar e talvez o custo da pesquisa possa ser maior em campo. Algumas espécies habitam áreas remotas do oceano ou são circumpolares, noturnas e habitam tocas. Um primeiro estudo ocorreu em 1978 com o procelarídeo *Puffinus puffinus*, cuja gravação das vocalizações foi realizada em ilha, à noite e com as aves em suas tocas (Brooke 1978). Por outro lado, temos dado pouca importância aos galiformes, cuja única família estudada no continente foi a Cracidae. Esta família enfrenta pressões por caça e a destruição de seu habitat e, por isso muitas de suas espécies estão ameaçadas de extinção (IUCN 2024). Não foram estudadas as ordens Columbiformes, Ciconiiformes Eurypygiformes, Opisthocomiformes e Cathartiformes. Temos *Columbina cyanopsis* e *Paraclaravis geoffroyi* como representantes da ordem Columbiformes não estudadas e, que se encontram criticamente em perigo.

Determinados atributos podem levar a grupos taxonômicos a serem mais estudados do que outros, tais como serem numerosas em espécies (Brito et al. 2009; Srivathsa et al. 2022) ou serem carismáticas, terem ampla distribuição e, migratórias. Os Furnarídeos tiveram mais espécies estudadas, juntamente com os Tannofilídeos, os Traupídeos e os Tiranídeos. Estas famílias possuem muitas espécies, isto pode aumentar a probabilidade de elas serem mais estudadas. Entretanto, os Rinhocryptidae foi a família com mais espécies estudadas, quase

70%. Dentro de Rhinocryptidae o gênero *Scytalopus* é considerado de difícil resolução taxonômica, principalmente por ter uma morfologia uniforme (Whitney 1994, Maurício 2005, Bornschein et al. 2007, Donegan et al. 2013; Avendaño et al. 2015, Stiles et al. 2017). Nesta revisão, o gênero *Scytalopus* foi o mais estudado com 92,5% das espécies dentro de Rhinocryptidae. A bioacústica foi uma ferramenta essencial para tentar descrever e avaliar limites entre espécies e subespécies. Especialmente quando se mostrou que uma espécie pode ser diferenciada das irmãs por seu canto único (Hosner et al. 2013). As corujas (Strigidae) e os tinamídeos também são bem estudados com metade das suas espécies estudadas. Espécies noturnas ou de difícil visualização, podem ser mais difíceis de serem estudadas. Portanto, as vocalizações podem ser um atributo do comportamento animal, importante para o conhecimento dessas espécies. Com relação aos Parulidae, cerca de 48,3% das espécies estudadas são pertencentes ao gênero *Setophaga*, que são aves canoras, algumas migrantes noturnas e que possuem voos de alta elevação. Da mesma forma, estes atributos podem ser mais atrativos para os pesquisadores que buscam entender padrões de migração e que querem elaborar ferramentas que auxiliem em programas de monitoramento acústico (Morris et al. 2016, Tegeler et al. 2018).

Passerina cyanea foi a espécie mais estudada. É um Passeriforme popular na pesquisa, cuja vocalização vem sendo estudada desde a década de 70 (Shiovitz e Thompson 1970, Emlen 1971, Emlen 1972, Shiovitz 1974). A estrutura de seu canto tem atraído a atenção e levado a publicações de catálogos de seus cantos. Entretanto, para a segunda espécie mais estudada, *Troglodytes aedon*, o interesse é amplo. Ele vai desde a espécie ter canto transcontinental, pois tem populações nativas desde o Canadá até a Terra do fogo e assim, fornecer oportunidades no estudo do papel de sua ecologia e história de vida na estrutura de seu canto, mas também estudos mostrarem canto das fêmeas (Santos et al. 2015, Kaluthota et al. 2016, Krieg e Burnett 2017). A terceira espécie mais estudada, *Zonotrichia capensis* é considerado um Passeriforme comum e vem sendo estudado desde 1972 com interesse em padrões de canto em escala micro geográfica (King 1972). Foi uma espécie modelo para a hipóteses da adaptação acústica (Tubaro e Segura 1994). Possui uma grande distribuição, existindo desde Chiapas no México até o Cabo Horn no sul da Patagônia (Nottebohm 1975). Pode viver em centros urbanos (Avelino e Vielliard 2004). E o seu canto é relacionado à estrutura de seu habitat, mantendo seus dialetos estáveis numa dada localidade (Kopuchian 2004, Laiolo 2011, García et al. 2015). Por ter determinados atributos como por exemplo, ter grande distribuição, ser migratória ou rica em espécies, o viés

taxonômico se ampliou, com reforço do conhecimento para determinadas espécies e pronunciadas lacunas em relação a outras.

Espécies com status menos preocupantes em relação ao grau de ameaça foram as mais estudadas. Este resultado também foi encontrado em um estudo prévio de anuros do Brasil (Guerra et al. 2018). Aspectos como raridade, populações pequenas, distribuição restrita ou mesmo a dificuldade em se obter autorização de organismos como o SISBIO, sejam obstáculos nas escolhas das espécies. Gravar imagem ou som de uma dada espécie não requer autorização do SISBIO, exceto se o estudo envolver espécie ameaçada (SISBIO 2020). A carência de gravações de espécies ameaçadas leva a perda de registros que poderiam ser mantidos em fonotecas e eventualmente colaborar em estudos futuros (Sugai e Llusia 2019). Dois exemplos são os furnarídeos *Cichlocolaptes mazarbarnetti* e *Philydor novaesi*, extintos recentemente. Em 2014, quando *C. mazarbarnetti* foi descrito (Barnett e Buzzetti 2014), ele já estava criticamente ameaçado. Pelo menos suas vocalizações ficaram depositadas em fonoteca. Cada espécie é única e tem seu valor intrínseco e as taxas de extinção estão acelerando (Ceballos et al. 2015). Provavelmente cientistas ao tomarem decisões, não se baseiam primeiramente em critério de categoria de ameaça.

As publicações sobre as vocalizações de aves tropicais foram publicadas principalmente nas revistas *Animal Behaviour*, *The Wilson Bulletin* e *The Auk*. Estes jornais foram alguns dos primeiros especializados em estudos de comportamento animal, principalmente em aves e, são consolidados no hemisfério norte, onde os primeiros estudos bioacústicos com aves foram realizados. Autores de modo geral tendem a buscar periódicos com um melhor fator de impacto, que é um indicador de qualidade (Vanclay 2012) e assim terem maior chance de seus trabalhos serem aceitos e lidos. As chances também aumentam se a língua utilizada for aceita pela comunidade científica global (Ferguson et al. 2011). *Ornithology Research e Perspectives in Ecology and Conservation* também tiveram uma boa contribuição em estudos de bioacústica de aves neotropicais, tais como, *Zonotrichia capensis* e *Volatinia jacarina* (Avelino e Vielliard 2004, Fandiño-Mariño e Vielliard 2004). Ainda que o inglês tenha sido o idioma prevalecente nas publicações sobre vocalizações, nesta revisão, encontramos artigos em alemão. Por exemplo, um interesse no trochilídeo *Phaethornis guy* da Colômbia (Schuchmann 1995). O artigo foi publicado no que é considerado o mais velho periódico ornitológico do mundo, da Sociedade Alemã de Ornitólogos, o *Journal of Ornithology* de 1853.

As publicações de vocalizações de aves neotropicais incluíram a de comportamento animal, bioacústica (descrição de cantos) e taxonomia. Sozinha, a área do comportamento animal, abrangeu mais de um terço das publicações e com artigos pioneiros. Isto pode estar revelando que muitos ornitólogos acústicos também eram etólogos. O interesse ia além da descrição e entendimento da estrutura dos cantos. Por exemplo, o tema do aprendizado vocal também era de interesse como vimos no trabalho de Thorpe (1958) com a espécie *Fringilla coelebs*, autor britânico considerado um grande etólogo. O interesse em comportamento vocal foi se tornando consolidado e continua com as novas gerações em estudos mais recentes, envolvendo contexto territorial (Demko e Menill 2019). Algumas áreas concentraram muito pouca publicação. Por exemplo, em Ecologia Urbana houve interesse em como as espécies adaptam seus cantos em cidades e sujeitas a ruído antropogênico. São estudos com um pouco mais de uma década, mas não menos importantes, porque cidades e seus subúrbios sustentam uma grande biodiversidade, que sofrem os impactos da urbanização (Léon et al. 2014; Mendes et al. 2017). Uma outra área não menos importante e que não apareceu nesta revisão, foi Conservação associada ao estudo das vocalizações. A comunicação acústica é parte fundamental do comportamento animal. Estudos comportamentais por décadas não atraíram a atenção dos conservacionistas, tampouco a conservação dos comportamentos dos animais (Sutherland 1998). Em taxonomia, embora com trabalhos iniciando um pouco mais tarde, no início da década de 90, as vocalizações foram importantes. Seu primeiro estudo publicado mostrou isto, com os vireonídeos *Hypophilus poecilotis* e *H. amaurocephalus* em simpatria. As análises acústicas foram essenciais para mostrar a existência de duas espécies irmãs, numa família que veio sendo considerada pouco clara taxonomicamente (Willis 1991). *Displays* acústicos têm sido usado em taxonomia de aves costeiras no ranqueamento de subespécies a espécies (Miller et al. 2020). Diferenças entre cantos são de grande valor na revisão de gêneros, como o foi para os Rhinocryptidae *Eleoscytalopus* (Moraes et al. 2018). Por último, com menor número de artigos, viemos focando também em História Natural com o mais velho artigo encontrado nesta revisão de 1962 (Skutch 1962). Mesmo as aves sendo um grupo tão bem estudado, ainda há muito por desvelar para espécies cujo conhecimento de aspectos básicos de sua história natural é ainda precário (Norambuena et al. 2017; Lane e Ângulo 2018).

Em conclusão, houve um crescimento nas publicações e de espécies estudadas, mesmo com repetições, mas também um reforço nas preferências por

determinados táxons. Algumas ordens e famílias foram completamente desprezadas. Não houve nenhum estudo de pombos e afins, espécies que podem ser tão comuns até mesmo em meios urbanos. Tampouco foram estudadas as cegonhas, ordem Ciconiiformes ou os Eurypygiformes. O mesmo para os urubus, Cathartiformes, em que nenhuma atenção foi dada a estas espécies. Um maior compromisso no futuro deveria ser colocado nas espécies de ordens ou de famílias com nenhum estudo. Ficou evidente que muito empenho na formação de ornitólogos neotropicais deverá ser colocado no presente e no futuro para preenchê-las. Esta revisão teve como objetivo levantar as tendências, vieses e lacunas sobre o que foi publicado em relação às vocalizações. Não medimos outros fatores que poderiam ter tido alguma influência na escolha e preferências por táxons ou áreas de conhecimento. Para citar alguns deles, os interesses pessoais ou emotivos, a formação recebida pelas gerações de pesquisadores e a vocação dos institutos de pesquisa, aspectos mais relacionados à psicologia ou a estrutura de trabalho das instituições.

5. Referências

Adams, JD, Black GC, Clemmons JR, AND Stephan PE. 2005. Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from. *Research Policy* 34:259–285.

Araújo CB, Marques PAM e Vielliard JME. 2017. Flight-call as species-specific signal in South American parrots and the effect of species relatedness in call similarity. *Ornithology Research* 25(3): 143-151.

Aubin. T AND Jouventin P. 1998. Cocktail-party effect in king penguin colonies. *Proceedings of Royal Society London B* 265: 1665-1673.

Avelino MF AND Vielliard JME. 2004. Comparative analysis of the song of rufous-collared sparrow *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) between Campinas and Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76(2): 345-349.

Avendaño JE, Cuervo AM, López-O JP, Gutiérrez-Pinto N, Cortés-Diago A AND Cadena CD. 2015. A new species of tapaculo (Rhinocryptidae: Scytalopus) from the Serranía de Perijá of Colombia and Venezuela. *The Auk* 132: 450-466.

Baker, MC 2001. Bird song research: the past 100 years. *Bird Behavior* 14:3–50.

Baptista, LF, AND Schuchmann KL. 1990. Song learning in the Anna Hummingbird (*Calypte anna*). *Ethology* 84:15–26.

Barnett, JM AND Buzzetti DRC. 2014. A new species of *Cichlocolaptes Reichenbach* 1853 (Furnariidae), the “gritador-do-nordeste”, an undescribed trace of the fading bird life of northeastern Brazil. *Ornithology Research* 22:75–94.

Brito D, Oliveira LC, Oprea M AND Mello MAR. 2009. An overview of Brazilian mammalogy: trends, biases and future directions. *Zoologia* 26(1): 67-73.

Checklist HBW AND Birdlife International. 2019. Disponível em: (www.datazone.birdlife.org/species/taxonomy). Acesso: junho 2019.

Bolus RT. 2014. Geographic variation in songs of the Common Yellowthroat. *The Auk* 131: 175-185.

Bonnet, X, Shine R, AND Lourdaís O. 2002. Taxonomic chauvinism. *TRENDS in Ecology & Evolution* 17:1–3.

Bornschein MR, Maurício GN, Belmonte-Lopes R, Mata H AND Bonatto SL. 2007. Diamantina tapaculo, a new *Scytalopus* endemic to the chapada diamantina, northeastern Brazil (Passeriformes: Rhinocryptidae). *Ornithology Research* 15(2): 151-174.

Borrow, DJ AND Reese CR. 1953. The analysis of bird songs by means of a vibralyzer. *The Wilson Bulletin* 65(4): 271-276.

Bostwick KS AND Zyskowski K. 2001. Mechanical sounds and sexual dimorphism in the crested doradito. *The Condor* 103: 861-865.

Brooke ML 1978. Sexual differences in the voice and individual vocal recognition in the manx shearwater (*Puffinus puffinus*). *Animal Behaviour* 26: 622-629.

Brooke ML. 1986. The vocal systems of two nocturnal burrowing petrels: the White-chinned *Procellaria aequinoctialis* and the grey *P. cinerea*. *IBIS - The International Journal of Avian Science* 128: 502-512.

Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM AND Palmer TM. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1: e1400253.

Clark JA AND May RM. 2002. Taxonomic bias in conservation research. *Science* 297(5579): 191-192.

Clark CJ, Feo TJ AND van Dongen WFD. 2013. Sounds and courtship displays of the Peruvian sheartail, Chilean woodstar, Oasis hummingbird, and a

hybrid male Peruvian sheartail x Chilean woodstar. *The Condor* 115(3): 558-575.

Collias, NE. 1963. A spectrographic analysis of the repertoire of the african village weaverbird. *The Condor* 65:517-527.

Collias, NE AND Joos M. 1953. The spectrographic analysis of sound signals of the domestic fowl. *Behaviour* 5(3): 175-188.

Darwall WRT, Holland RA, Smith KG, Allen D, Brooks EGE, Katarya V, Pollock CM, Shi Y, Clausnitzer V, Cumberlidge N, Cuttelod A, Dijkstra KB, Diop MD, Gracia N, Seddon MB, Skelton PH, Snoeks J, Twedle D AND Vié J. 2011. Implications of bias in conservation research and investment for freshwater species. *Conservation Letters* 4(2011): 474-482.

Demko AD, Sosa-López JR e Mennill DJ. 2019. Subspecies discrimination on the basis of acoustic signals: a playback experiment in a Neotropical songbird. *Animal Behaviour* 157: 77-85.

Di Marco M, Chapman S, Althor G, Kearney S, Besancon C, Butt N, Maina JM, Possingham HP, von Bieberstein KR, Venter O AND Watson JEM. 2017. Changing trends and persisting biases in three decades of conservation science. *Global Ecology and Conservation* 10(2017): 32-42.

Diniz P, E. F. da Silva Júnior EF, Webster MS AND Macedo RH. 2018. Duetting behavior in a Neotropical ovenbird: sexual and seasonal variation and adaptive signaling functions. *The Avian Journal of Avian Biology* 2018: e01637.

Diniz P, Macedo RH AND Webster MS. 2019. Duetting correlates with territory quality and reproductive success in a suboscine bird with low extra-pair paternity. *The Auk* 136: 1-13.

Diniz P., Rech GS, Ribeiro PH., Webster MS AND Macedo RH. 2020. Partners coordinate territorial defense against simulated intruders in a duetting ovenbird. *Ecology and Evolution* 10: 81-82.

Donegan TM, Avendaño JE AND Lambert F. 2013. A new tapaculo related to *Scytalopus rodriguezi* from Serranía de los Yarigués, Colombia. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 133(4): 256-271.

Emlen ST. 1971. Geographic variation in indigo bunting song (*Passerina cyanea*). *Animal Behaviour* 19: 407-408.

Emlen ST. 1972. Geographic variation in indigo bunting song (*Passerina cyanea*). *Animal Behaviour* 19: 407-408.

Fandiño-Mariño H AND Vielliard JME. 2004. Complex communication signals: the case of the blue-black grassquit *Volatinia jacarina* (Aves:

Emberizidae) song. Part I – a structural analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76(2): 325-334.

Ferguson, G, Pérez-Llantada C AND Plo R. 2011. English as an international language of scientific publication: a study of attitudes. *World Englishes* 30:41–59.

Ficken, MS, Ficken RW AND Witkin SR. 1978. Vocal Repertoire of the Black Capped Chickadee. *The Auk* 95:34–48.

García NC, Arrieta RS, Kopuchian C AND Tubaro PL. 2015. Stability and change through time in dialects of a neotropical songbird, the rufous-collared sparrow. *Emu* 115:309-316.

Gonzalez-Brambila CN, Reyes-Gonzalez L, Veloso F AND Perez-Ángon A. 2016. The scientific impact of development nations. *PlosOne* 11(3): e0151328.

Guerra V, LLusia D, Gambale PG, Morais AR, Márquez R AND Bastos RP. 2018. The advertisement calls of brazilian anurans: historical review, current knowledge and future directions. *PlosOne* 13(1): e0191691.

HBW AND Birdlife International. (2019). Handbook of the Birds of the World and Birdlife International digital checklist of the birds of the world. Version 3.0 Available at:
http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/HBW-Birdlife_Cheklist_v30_Nov18.zip.

Holmgren M AND Schnitzer SA. 2004. Science on the rise in the developing countries. *PlosBiology* 2(1): 10-13.

Hosner PA, Robbins MB, Valqui T AND Peterson T. 2013. A new species of *Scytalopus* tapaculo (Aves: Passeriformes: Rhinocryptidae from the andes of central Peru. *The Wilson Journal of Ornithology* 125(2): 233-242.

Hood WW AND Wilson CS. 2001. The literature of bibliometrics, scientometrics and informetrics. *Scientometrics* 52: 291-314.

Imber MJ. 2004. Kermadec petrels (*Pterodroma neglecta*) at ilha da Trindade, South Atlantic Ocean and North Atlantic. *Notornis* 51:33-40.

IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. Disponível em: www.iucnredlist.org.

Kaluthota C, Brinkman BE, dos Santos EB AND Rendall D. 2016. Transcontinental latitudinal variation in song performance and complexity in house wrens (*Troglodytes aedon*). *Proceedings Royal Society B* 283:20152765.

- Kellog, PP AND Stein RC. 1953. Audio-spectrographic analysis of the songs of the alder flycatcher. *The Wilson Bulletin* 65(2): 75-80.
- King JR. 1972. Variation in the song of the rufous-collared sparrow, *Zonotrichia capensis*, in northwestern Argentina. *Zeitschrift Tierpsychologie* 30: 344-373.
- Kopuchian C, Lijtmaer DA, Tubaro PL AND Handford P. 2004. Temporal stability and change in a microgeographical pattern of a song variation in the rufous-collared sparrow. *Animal Behaviour* 68: 551-559.
- Krieg CA AND Burnett AD. 2017. Female house wrens may use a low-amplitude call as an aggressive signal. *Ethology* 122: 1-12.
- Laiolo P. 2011. Homogenisation of birdsong along a natural-urban gradient in Argentina. *Ethology Ecology and Evolution* 23:274-287.
- Lane DF. AND Ângulo F. 2018. The distribution, natural history and status of the long-whiskered owlet (*Xenoglaux loweryi*). *The Wilson Journal of Ornithology* 130(3): 650-657.
- Laverde-R C AND Cadena CD. 2014. Taxonomy and conservation: a tale of two tinamou species groups (Tinamidae, *Crypturellus*). *Journal of Avian Biology* 45: 484-492.
- León E, Beltzer A AND Quiroga M. 2014. El jilguero dorado (*Sicalis flaveola*) modifica la estructura de sus vocalizaciones para adaptarse a hábitats urbanos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 546-552.
- Lucena WG AND Mariano EF. 2018. Comparações sonoras e morfométricas entre populações de *Arremon taciturnus* no nordeste do Brasil. *Acta Brasiliensis* 2(1): 21-27.
- Marler, P AND Tamura M. 1964. Culturally transmitted patterns of vocal behavior in sparrows. *Science* 146:1483–1486.
- Martella MB AND Bucher EH. 1990. Vocalizations of the monk parakeet. *Bird Behaviour* 8:101-110.
- Maurício GN. 2005. Taxonomy of southern populations in the *Scytalopus speluncae* group, with description of a new species and remarks on the systematics and biogeography of the complex (Passeriformes: Rhinocryptidae). *Ornithology Research* 13(1): 7-28.
- Mendes S, Colino-Rabanal VJ AND Peris SJ. 2017. Adaptación acústica del canto de *Turdus leucomelas* (Passeriformes: Turdidae) a diferentes niveles de

ruido antrópico, em él área metropolitana de Belém, Pará, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 65(2):633-642.

Miller EH, Areta JI, Jaramillo A, Imberti S AND Matus R. 2020. Snipe taxonomy based on vocal and non-vocal sound displays: The South American Snipe is two species. *Ibis* 162: 968-990.

Moraes LA, Bornschein MR, Gatto CAFR, Santos SS AND Maurício GN. 2018. Taxonomic review of the rhinocryptid genus *Eleoscytalopus* (I): Bahia tapaculo (*E. psychopompus*) is vocally and morphologically distinct from white-breasted tapaculo (*E. indigoticus*). *The Auk* 135: 1009-1019.

Morris SR, Horton KG, Tegeler AK AND M. Lanzone. 2016. Individual flight-calling behavior in wood warblers. *Animal Behaviour* 114: 241-247.

Nabout JC, Bini LM AND Diniz-Filho AF. 2010. Global literature of fiddler crabs, genus *Uca* (Decapoda, Ocypodidae): trends and future directions. *Ilheringia* 100(4): 463-468.

Nabout, JC, Carvalho P, Prado MU, Borges PP, Machado KB, Haddad KB, Michelin TS, Cunha HF AND Soares TN. 2012. Trends and biases in global climate change literature. *Natureza a Conservacao* 10:45-51.

Negret PJ AND Laverde-R. 2015. The enigmatic black tinamou: do distribution, climate, and vocalizations reveal more than one species? *The Auk* 132: 132-139.

Norambuena HV, Areta JI, Medrano F, Ortiz P AND Victoriano PF. 2017. Aportes a la Historia Natural del bailarín chico o cachirla común (*Anthus correndera chilensis*). *Ornitología Neotropical* 28: 243-252.

Nottebohm F. 1975. Continental patterns of song variability in *Zonotrichia capensis*: some possible ecological correlates. *The American Naturalist* 109(970): 605-624.

Odom KJ., JC. Slaght AND Gutiérrez RJ. 2013. Distinctiveness in the territorial calls of great horned owls within and among years. *Journal of Raptor Research* 47(1): 21-30.

Oliveira EA, Oliveira MCL, Colosimo EA, Martelli DB, Silva LR, Simões e Silva AC AND Martelli-Júnior H. 2022. Global scientific production in the pre-covid-19 Era: An analysis of 5 countries for 22 years. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 94 (Suppl. 3): e20201428.

Palacios MG AND Tubaro PL. 2000. Does beak size affect acoustic frequencies in woodcreepers? *The Condor* 102: 553-560.

Payne RB, Thompson WL, Fiala KL AND Sweany LL. 1981. Local song traditions in indigo buntings: cultural transmission of behavior patterns across generations. *Behaviour* 77(4): 199-221.

Rosenthal MF, Gertler M, Hamilton AD, Prasad S AND Andrade MCB. 2017. Taxonomic bias in animal behaviour publications. *Animal Behaviour* 127: 83-89.

Ryan PG. 1998. The taxonomic and conservation status of the spectacled petrel *Procellaria conspicillata*. *Bird Conservation International* 8: 223-235.

Santos EB., Llambías PE AND Rendall D. 2015. The structure and organization of song in southern house wrens (*Troglodytes aedon chilensis*). *Journal of Ornithology* 157: 289-301.

Schuchmann KL. 1995. Lek-Verhalten von *Phaethornis guy* in südwestkolumbien. *Journal für Ornithologie* 136: 213-217.

Shiovitz KA. 1974. The process of species-specific song recognition by the indigo bunting, *Passerina cyanea*, and its relationship to the organization of avian acoustical behavior. 1974. *Behaviour* 45: 128-179.

Shiovitz KA. 1975. The process of species-specific song recognition by indigo bunting, *Passerina cyanea*, and its relationship to the organization of avian acoustical behavior. *Behaviour* 55:128–179.

Shiovitz KA. AND Thompson WL. 1970. Geographic variation in song composition of the indigo bunting, *Passerina cyanea*. *Animal Behaviour* 18(1): 151-158.

SISBIO 2020. Sistema de autorização e informação em biodiversidade (SISBIO) – curso básico para pesquisadores. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, DF.

Skutch AF. 1962. Life history of the white-tailed trogon *Trogon viridis*. *Ibis* 104(3): 301-313.

Srivathsa A, Banerjee A, Banerjee S, Chawla MM, A. Das, Ganguly D, Rodrigues RG, Adhya T, Bhatia S, Kshetry A, Majgaonkar I, Punjab GA, Puri M, Singh P AND Surve N. 2022. Chasms in charismatic species research: Seventy years of carnivore science and its implications for conservation and policy in India. *Biological Conservation* 273: 109694.

Stahlschmidt ZR. 2011. Taxonomic chauvinism revisited: insight from parental care research. *PlosOne* 6(8): e24192.

Stevenson JG, RE. Hutchison RE, Hutchison JB, Bertram BCR AND Thorpe WH. 1970. Individual recognition by auditory cues in the common tern (*Sterna Hirundo*). *Nature* 226 (9): 562-563.

Stiles FG, Laverde-R O AND Cadena CD. 2017. A new species of tapaculo (Rhinocryptidae: *Scytalopus*) from the western Andes of Colombia. *The Auk* 134: 377-392.

Sugai, LSM AND Llusia D. 2019. Bioacoustic time capsules: Using acoustic monitoring to document biodiversity. *Ecological Indicators* 99:149–152.

Sutherland WJ. 1998. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56: 801-809.

Thompson, NS, Ledoux K AND Moody K. 1994. A system for describing bird song units. *Bioacoustics* 5:267–279.

Thorpe WH. 1954. The process of song-learning in the chaffinch as studied by means of the sound spectrograph. *Nature* 4402:465–469.

Thorpe WH. 1958. The learning of song patterns by birds, with especial reference to the song of the chaffinch *Fringilla coerebs*. *IBIS - International journal of avian science* 100:535–570.

Titley MA, Snaddon JL AND Turner C. 2017. Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate regions. *PLoS ONE* 12:1–14.

Tubaro PL AND Segura ET. 1994. Dialect differences in the song of *Zonotrichia capensis* in the southern pampas: a test of the acoustic adaptation hypothesis. *The Condor* 96: 1084-1088.

Tydecs L, Jeschke JM, Wolf M, Singer G AND Tockner K. 2018. Spatial and tropical imbalances in biodiversity research. *Plos One* 13(7): e0199327.

UNESCO 2020. Global Investments in R&D. UNESCO Institute for Statistics estimates. UIS Fact Sheet N° 59.

Vanclay JK. 2012. Impact Factor: outdated artefact or stepping-stone to journal certification? *Scientometrics* 92:211-238.

Volodin I, E. V. Volodina, A. V. Klenova AND O. A. Filatova. 2005. Individual and sexual differences in the calls of the monomorphic white-faced whistling duck *Dendrocyna viduata*. *Acta Ornithologica* 40(1): 43-52.

Volodin I., M. Kaiser, V. Matrosova, E. Volodina, A. Klenova, O. Filatova O AND Kholodova M. 2009. The technique of noninvasive distant

sexing for four monomorphic *Dendrocygna* whistling duck species by their loud whistles. *Bioacoustics* 18:277–290.

Waltman L. 2016. A review of the literature on citation impact indicators. *Journal of Informetrics* 10: 365-391.

Whitney BM. 1994. A new *Scytalopus* tapaculo (Rhinocryptidae) from Bolivia, with notes on other bolivian members of the genus and the *Magellanicus* complex. *The Wilson Journal of Ornithology* 106(4): 585-614.

Wilkins MR., Scordato ESC, Semenov GA, Karaardıç H, Shizuka D, Rubtsov A, Pap PL, Shen S AND Safran RJ. 2018. Global song divergence in barn swallows (*Hirundo rustica*): exploring the roles of genetic, geographical and climatic distance in sympatry and allopatry. *Biological Journal of the Linnean Society*: **XX**, 1–25.

Willis EO. 1991. Sibling species of greenlets (Vireonidae) in southern Brazil. *The Wilson Bulletin* 103(4): 559-567.

Wilson, J RU., Proches S, Braschler B, Dixon ES AND Richardson DM. 2007. The (bio)diversity of science reflects the interests of society. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 409–414.

Wray KB. 2002. The epistemic significance of collaborative research. *Philosophy of Science* 69(1): 150-168.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO CIENCIOMÉTRICA DE VOCALIZAÇÕES DE MAMÍFEROS SUL-AMERICANOS: O QUE SABEMOS?

Resumo

Pesquisas em bioacústica de mamíferos propõem entender as estruturas das vocalizações e seu papel na comunicação animal, bem como estão envolvidas em estudos taxonômicos, avaliação de impactos, dentre outros. Neste sentido estudos de revisão podem mostrar lacunas e direcionar o progresso desta ciência. Na região Neotropical, os dados mais recentes indicam apenas 1391 espécies de mamíferos terrestres e aquáticos, muitos deles compartilhados através de extensas regiões no planeta. Nós revisamos os estudos publicados sobre vocalizações de mamíferos sul-americanos da base de dados Scopus. Investigamos o impacto da pesquisa em quantidade de artigos publicados, em periódicos, grupos taxonômicos mais focados, papel das filiações dos autores, riqueza dos países que mais têm publicado e o país sul-americano que mais tem dedicado à pesquisa das vocalizações. Dessa síntese apresentamos análises de padrões, tendências e vieses da pesquisa em vocalizações desse grupo. Em mamíferos temos dado mais atenção aos Cetartiodáctylos. Com algumas espécies desproporcionalmente mais estudadas do que outras. Até o momento estudamos poucas espécies, 224, um baixo percentual em mais de 60 anos. Um profundo viés emergiu devido a inúmeras repetições de espécies dos mamíferos sul-americanos, notadamente, as cosmopolitas marinhas e terrestres alóctones. Países de todos os continentes estudaram vocalizações da América do Sul, de economias variadas, mas com forte viés para a América do Norte. Todavia, o Brasil, por ser o maior publicador sul-americano e com o maior PIB, tem se empenhado no estudo das vocalizações, porém com vieses entre regiões. Notadamente a região sudeste (38) e o Nordeste (22) foram as regiões que mais publicaram.

Palavras-chave: mastofauna, terrestres, aquáticos, bioacústica, vieses, sul-americano, revisão.

Abstract

Research in mammalian bioacoustics proposes to understand the structures of vocalizations and their role in animal communication, and it collaborate with other disciplines such as Taxonomy and to asses' impacts. Therefore, review studies can show gaps and direct the progress of this science. This is mainly felt in tropical regions as it occurs for South America. In the Neotropical region the most recent data indicate only 1391 species of terrestrial and aquatic mammals, many of them shared across extensive regions on the planet. We reviewed all published studies on South American mammal vocalizations from the Scopus database. We investigated the impact of research by number of published papers, journals, taxonomic groups, research institutions, wealth of the countries, and the South American country that has most studied vocalizations. From this synthesis, we present analyzes of patterns, trends and research biases in vocalizations of this group. The studies pay attention mainly in Cetartiodactyla, with any species much more studied than others. Until moment we have studied few species, 224, during the last 60 years. A profound bias has emerged because we have repeated many species, the cosmopolitan species and terrestrial allochthones species. We have much countries that published about South mammal's vocalizations, with wide variegated economies, but biased to North America. Brazil was the most south American publisher about vocalizations and with bigger GDP, but there were biases between regions. The region Sudeste (38 articles) and Nordeste (22 articles) were the regions wich bigger number published articles.

Key-words: mastofauna, terrestrial, aquatic, bioacoustics, biases, South American, review.

1. Introdução

A bioacústica é a ciência que estuda a comunicação animal pelo som. Ela se relaciona com outras áreas tais como neurologia, em que parâmetros acústicos mudam com a idade, pelo crescimento do aparato vocal e maturação do controle das vocalizações de um organismo adulto (Jones et al. 2018). Se relaciona também com a etologia, porque vocalizar é parte fundamental do comportamento animal, como se observa no reconhecimento cria-mãe em *Cervus elaphus* (Sibiryakova et al. 2015). Igualmente pode interagir com ecologia urbana, como no caso de morcegos, em que se busca entender diferenças nas sequências de chamados ao longo da noite no ambiente urbano e não-urbano (Schimpp et al. 2018). Está presente também nos estudos de taxonomia, auxiliando na identificação de novas espécies (Raick et al 2020), bem como na conservação e, no monitoramento de espécies ameaçadas (Teixeira et al. 2019). Logo é uma ciência multidisciplinar que têm pontos de contato com vários outros ramos da Zoologia.

Historicamente, há pelo menos 80 anos, aprofundou-se a compreensão da bioacústica dos mamíferos. Na segunda metade do século XX os pesquisadores em razão dos avanços tecnológicos, puderam gravar e analisar as estruturas das vocalizações com maior facilidade. Porém, os estudos iniciais utilizavam de análises qualitativas e muitas das vezes usando expressões onomatopéicas para descrever cada som de uma vocalização (Winter et al. 1966). E ocorriam com espécies que possuíam atributos que atraíam mais a atenção do que outras. A descoberta da ecolocalização em morcegos (Chiroptera) e em baleias com dentes (Cetacea: Odontoceti) impulsionou a pesquisa para a faixa do ultrassom (Pierce e Griffin 1938; Surlykke et al. 2014; Grinnell et al. 2016). Desde então, o interesse em pesquisas sobre vocalizações de mamíferos se expandiu muito além de táxons marinhos (Robson & D'Udine 1982; Assumpção 1983; Koehler & Barclay 1988; Page et al. 2001). As vocalizações dos animais são descritas por representações ou terminologias conforme o escutado por nossos ouvidos humanos, (20Hz a 20KHz). Discriminamos e damos nomes ao que ouvimos: gritos, assobios, zumbidos, chiados, latidos, estalos, tremidos, dentre outros (Jones et al. 2020). As nossas escolhas subjetivas dificultam comparações entre diferentes estudos das descrições de uma mesma espécie (Jones et al. 2020). Preferências, escolhas, custos de pesquisa, financiamentos e a própria

subjetividade humana podem dificultar generalizações e um maior avanço das pesquisas em vocalizações.

Apesar do aumento no interesse em se estudar as vocalizações dos mamíferos, as pesquisas focaram em algumas direções, deixando lacunas. Exemplos podem ser encontrados para os grandes morcegos marrons (*Eptesicus fuscus*) e golfinhos nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), tornando-se espécies muito estudadas (Surlykke et al. 2014). Todavia, mesmo essa espécie comum de golfinho sendo bem estudada, potenciais vieses ocorrem no entendimento do seu repertório. Essas descrições se pautavam na nossa percepção humana, que é subjetiva e cria empecilhos para comparações entre os estudos (Jones et al. 2020).

O caminho a ser percorrido no conhecimento das vocalizações de distintas espécies de mamíferos é longo. Algumas espécies acabam por serem mais privilegiadas, por serem mais carismáticas ou serem mais abundantes. Um número maior de publicações para um clado pode ser explicado por sua riqueza de espécies (Brito et al. 2009). Os próprios roedores, que são mais de 40% das espécies de mamíferos têm muitas lacunas sobre comportamento, audição e comunicação acústica a serem fechadas. No caso dos roedores, o enfoque tem sido sobre poucas espécies em laboratório, sendo escassos estudos em habitats naturais (Dent 2018). Certas ordens de mamíferos são muito mais estudadas do que outras. Aquelas proporcionalmente com mais espécies ameaçadas são pouco contempladas nos estudos de biodiversidade como ocorre com sirênios e perissodáctilos. Ambas possuem mais espécies ameaçadas de extinção, mas ainda pobremente estudadas, contam com poucas espécies e vieram recebendo pouca atenção em estudos da mamalogia brasileira (Brito et al. 2009).

A nossa formação educativa e cultural tem impacto em nós como pesquisadores, que por sua vez poderão interferir nas nossas escolhas de qual táxon estudar. Existe um viés mostrado na literatura científica que privilegiamos muitas das vezes os vertebrados (Clark & May 2002) como as aves, mamíferos e peixes. Em mamíferos, especialmente são os de grande porte, esteticamente atrativos, que consideramos inteligentes, e que podemos entender ou reverenciamos (Kellert 1996; Woods 2000). Os critérios para fundamentar nossas escolhas são amplos. Em Ciências Biológicas é amplamente conhecido o critério do fisiologista Krogh: para se resolver um amplo número de problemas em ciência, um animal ou um grupo de animais serão escolhidos. Serão aqueles mais convenientes, como se tivessem sido “criados” para o propósito (Krogh 1929, página 247). Porém, existem pelo menos 20 critérios de escolha de um táxon.

(Dietrich et al. 2020). Ser acessível e fácil de amostrar, uso prévio de um organismo, apoio institucional incentivando a pesquisa em determinados organismos, afetividade e que tenham atributos culturais, existência de vínculo com o organismo da pesquisa, uso comercial, potencial para comparações ou originalidade, são apenas alguns destes critérios (Dietrich et al. 2020). Da mesma forma, as pesquisas podem ter sido direcionadas mais a espécies terrestres em relação a marinhas, por critério de acessibilidade. Por exemplo, algumas espécies de baleias podem ser difíceis de serem estudadas. Algumas são consideradas muito raras, possuem comportamento tímido, em risco de extinção, cosmopolitas e pouco se sabe sobre a sua biologia (Ross 1975; Wright 2019). Assim, por diversas razões nossas escolhas levarão a vieses, por nos dedicarmos mais em aprofundar em dados táxons, temas ou abordagens. O que reforça a insuficiência em certos aspectos da biodiversidade e aprofunda outros, com consequências para áreas-chaves como é o caso da conservação das espécies.

Finalmente, vieses geográficos no estudo das vocalizações podem também reforçar lacunas. Elas poderiam advir da diferença entre países de economia mais sólida e aqueles de economia mais fraca e o quanto se investe em pesquisa científica (Prathap 2017). Determinadas regiões do planeta parecem produzir mais conhecimento científico sobre a biodiversidade e seus múltiplos aspectos. Esse conhecimento tem em grande parte se concentrado em países do norte temperado e de economias desenvolvidas (Titley et al. 2017). Ao contrário, a fauna de países tropicais e subdesenvolvidos são pouco representadas nas publicações, embora contenha muitas espécies ameaçadas de extinção. Algo que também ocorre é que pesquisas científicas, podem ser realizadas mais em escalas locais e regionais ou são concentradas geograficamente nos arredores dos centros de pesquisas (Nabout et al. 2015; Arruda et al. 2018).

Estudos cienciométricos permitem-nos avaliar a produção científica e com isso alcançar uma visão mais abrangente de uma determinada área ou tema em questão (Hood & Wilson 2001; Conenna et al. 2017; Oetli & Parris 2019). Dada a elevada diversidade de mamíferos terrestres e marinhos na América do Sul e ao déficit científico de conhecimento sobre eles nessa região (Titley et al. 2017), aqui faremos uma revisão sobre o que tem sido publicado sobre suas vocalizações. As seguintes questões serão aqui respondidas: (i) houve um crescimento no número de artigos publicados desde o século passado? (ii) o número de autores também cresceu? (iii) houve vieses taxonômicos? (iv) estudamos mais espécies terrestres? (v) como se encontra a distribuição dos

estudos com relação ao estado de conservação dos mamíferos? (vi) quais periódicos publicaram mais? (vii) quais países têm estudado sobre as vocalizações? (viii) qual foi o país sul-americano e as instituições que o representa, que mais tem publicado sobre vocalizações? (ix) atendo-se apenas ao recorte dos países sul-americanos, em razão de mostrar a produção científica regional e não estrangeira, em quais áreas do conhecimento eles têm publicado estudos envolvendo vocalizações de mamíferos?

2. Métodos

A busca por artigos foi feita na base de dados Scopus (www.scopus.com). Contabilizamos artigos até setembro de 2020. Após, uma triagem foi necessária para filtrar os artigos de interesse e eliminar duplicatas. A fim de respondermos às questões desta revisão, bem como obtermos as áreas de interesses em que temos mais estudado vocalizações, foi preciso examinar um a um os artigos, nas seções de introdução, objetivos, resultados e discussão. Seguimos a lista de espécies da União Internacional de Conservação da Natureza e Recursos Naturais – IUCN (2020), que traz 1378 espécies ocorrentes na América do Sul. Consideramos todas as espécies de mamíferos as marinhas, migratórias, terrestres incorporadas à nossa fauna e cosmopolitas. Usamos o nome de cada espécie para a busca dos artigos associado às palavras-chave: (“espécie de mamífero) AND ((vocalization*”) OR (“vocalisation*”) OR (“call*”) OR (“singing”) OR (“vocal repertorie”). Destas publicações foram extraídas as variáveis: (i) quantidade de artigos e ano de publicação; (ii) quantidade de autores; (iii) quantidade de ordens, famílias, espécies, espécies autóctones; (iv) quantidade de espécies terrestres e aquáticas; (v) estado de conservação das espécies; (vi) nome do periódico; (vii) países: (viii) países sul-americanos; (ix) áreas de estudo envolvendo vocalizações. A fim de compararmos as economias, obtivemos dados do produto interno bruto no sítio do Banco Mundial (The World Bank Data, www.worldbank.org/data, 2020).

Na análise da tendência temporal do número de artigos publicados, levamos em conta o que foi publicado globalmente sobre mamíferos por cada ano em que foram publicados artigos sobre vocalizações (Nabout et al. 2010; Nabout et al. 2012). O índice mede: o número de artigos encontrados sobre vocalizações por cada ano dividido pelo número total de artigos de mamíferos naquele referido ano e, o multiplica por 1000. A pesquisa para o que se tem sido publicado

globalmente foi feita nos campos título, resumo, palavras-chave e por cada ano: TITLE-ABS-KEY: (mammalia OR mammal*) AND PUBYEAR IS 1965.

A correlação de *Spearman* foi utilizada na avaliação da tendência temporal, uma vez que os dados não seguem a distribuição normal. O mesmo foi feito para avaliar a evolução no número de espécies e, de autores no tempo. As análises foram feitas em ambiente R (versão 4.2.2).

3. Resultados

Um total de 1351 artigos sobre vocalizações foram obtidos da base Scopus. O primeiro artigo data de 1963. Esses 1351 foram repartidos em relação à localização geográfica. Um total de 1151 artigos foram de estudos realizados fora da localização geográfica da América do Sul. Destes, somente quatro artigos foram assinados por pesquisadores sul-americanos do Brasil, da Argentina, do Chile e da Venezuela. Onze artigos foram de estudos realizados em localização geográfica fora e dentro do território sul-americano, com apenas um destes onze, assinado por pesquisador brasileiro. O restante, 189 artigos foram realizados somente dentro da América do Sul, ambiente terrestre e marinho, com maioria deles, 109, assinados por autores sul-americanos. Somente os países de Suriname e as Guianas não tiveram publicações.

Em relação à publicação global sobre mamíferos desde o início da década de 60, o estudo sobre vocalizações dos mamíferos sul-americano está em crescimento (Spearman $\rho = 0,96$; $S = 1061,2$; $p < 0,0001$; Fig. 1).

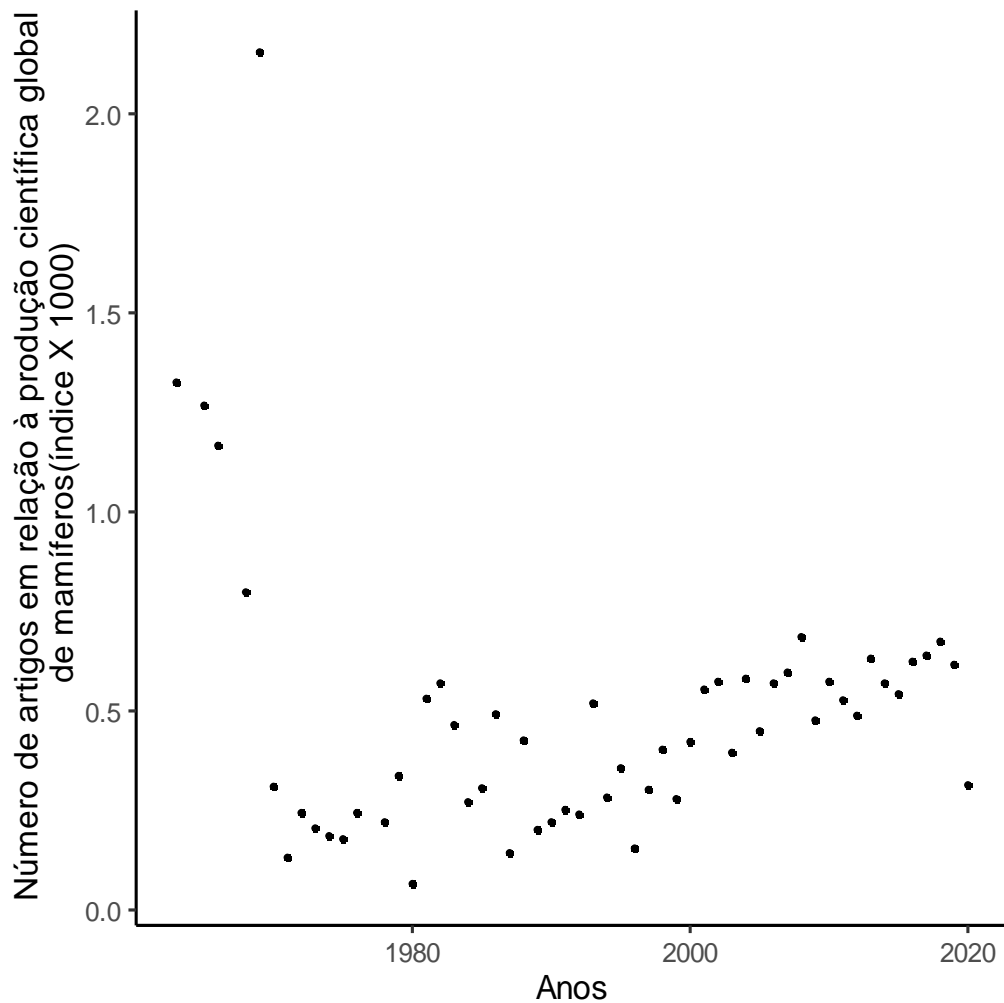


Figura 1: Publicações sobre vocalizações de mamíferos em relação ao que foi produzido sobre este grupo a nível global. Houve um crescimento nas publicações sobre vocalizações (*Spearman rho* = 0,96; *S* = 1061,2; *p* < 0,0001). Nota: o índice é mais alto nos anos 60 em razão de um maior equilíbrio em relação ao que foi publicado sobre vocalizações em comparação à publicação global.

O número de espécies com vocalizações estudadas também parece acompanhar o crescimento nas publicações (*Spearman rho* = 0,94; *S* = 1507; *p* < 0,001; Fig. 2). Isto também ocorreu mesmo com espécies que foram estudadas muitas vezes (*Spearman rho* = 0,91; *S* = 2477; *p* < 0,001).

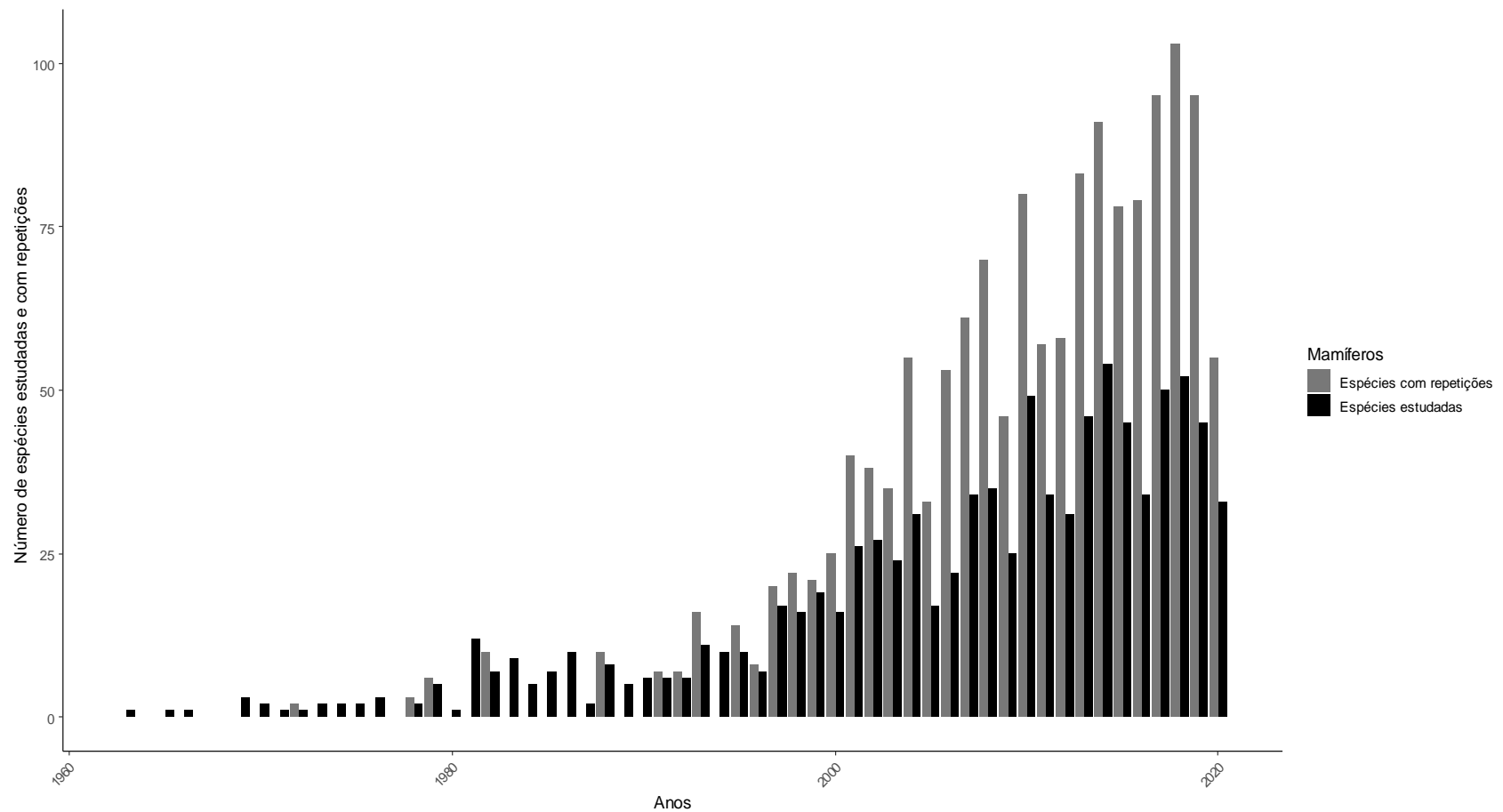


Figura 2: Comparativo entre espécies que foram estudadas uma vez com aquelas estudadas repetidas vezes. Houve um crescimento no número de espécies de mamíferos contempladas com estudos sobre suas vocalizações (Spearman rho = 0,94; S = 1507; p < 0,001). O mesmo parece ocorrer ao levar em conta as espécies que foram estudadas mais de uma vez (Spearman rho = 0,91; S = 2477,9; p < 0,001).

O número de pesquisadores interessados em estudar vocalizações de mamíferos ao longo do tempo acompanha o crescimento no número de artigos (*Spearman rho* = 0,96; *S* = 1092; *p* < 0,0001; Fig. 3). Para os dados desta revisão, alcançamos o pico máximo em 2019 com 80 pesquisadores interessados em vocalizações de mamíferos e com uma tendência à queda para 2020.

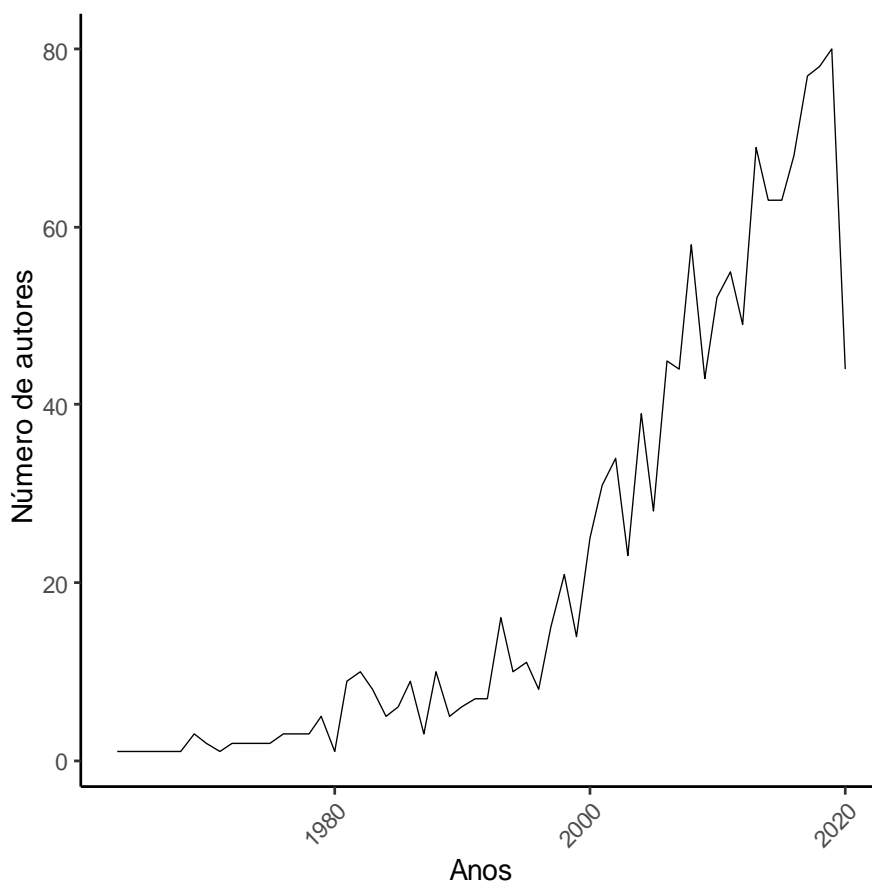
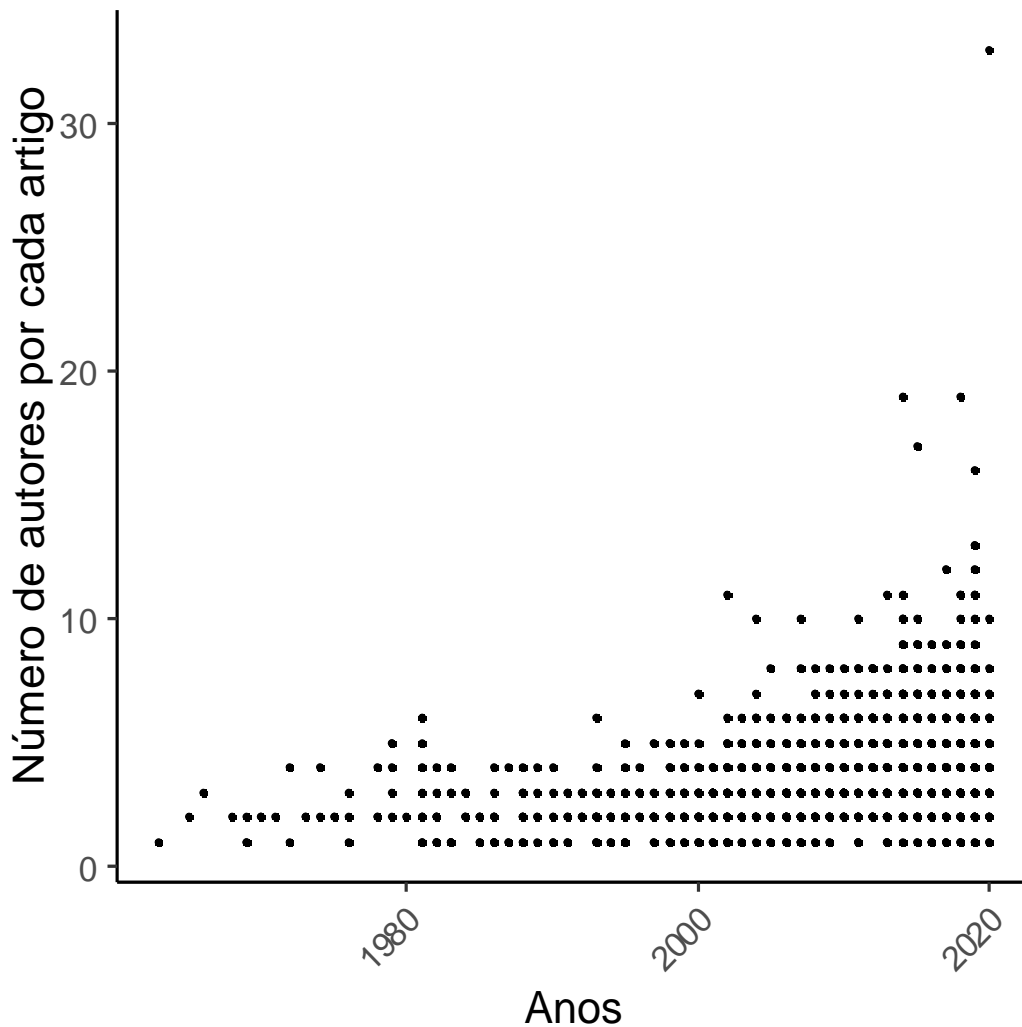


Figura 3: Número de autores que publicaram artigos sobre vocalizações de mamíferos sul-americanos de 1960 a 2020. Houve um crescimento no número de pesquisadores interessados em vocalizações de mamíferos ao longo do tempo (*Spearman rho* = 0,96; *S* = 1092; *p* < 0,0001).

Da mesma forma, as colaborações tiveram um pico com artigos assinados por três autores, 326 artigos do total de 1351 publicações encontradas nesta revisão. Isto representa 24% das publicações. Em segundo vieram artigos assinados por dois autores, 319 artigos, em terceiro com cinco autores, 270, com quatro autores, 239 e com um autor tivemos 104 artigos. A quantidade de

pesquisadores principais e colaboradores que assinaram cada artigo mostrou um crescimento ao longo do tempo (Spearman $\rho = 0,40$; $S = 3987$; $p < 0,0001$). A máxima colaboração ocorreu no ano de 2020 com 33 autores assinando um destes artigos (Fig. 4).



Ao todo, 10 ordens foram contempladas com estudos de vocalizações. Destas, a ordem dos Cetartiodactyla teve mais artigos publicados (712), seguidos por Chiroptera (261 publicações), Primatas (203), Rodentia (86), Carnivora (69) e Sirenia (15) (Tab. 1). Ao observarmos as repetições de espécies, notamos que Cetartiodactyla (52 espécies) foi a ordem que mais teve espécies repetidas nos estudos (800), seguida por Chiroptera (74-324) e Primatas (51-223).

Tabela I. As ordens contempladas com estudos de vocalizações dos mamíferos sul-americanos.

Ordens	Artigos	Espécies	Subespécies	Espécies com repetições
Carnivora	69	22	0	88
Cetartiodactyla	712	52	9	800
Chiroptera	261	74	9	324
Cingulata	1	1	0	1
Didelphimorphia	1	1	0	1
Lagomorpha	1	1	0	1
Perissodactyla	2	2	0	2
Primates	203	51	6	223
Rodentia	86	17	0	91
Sirenia	15	2	1	15
Total	1351	223	25	1546

Ao todo 46 famílias de mamíferos sul-americanos tiveram espécies com vocalizações estudadas (Tab. 2). As famílias de mamíferos aquáticos Delphinidae (293) e Balaenopteridae (257) tiveram maior número de publicações. Elas foram seguidas pela terrestre Callitrichidae com 127 artigos e a aerial Vespertilionidae com 84 artigos. Todavia, apesar de terem 49 artigos publicados, foram os quirópteros da família Molossidae que lideraram no número de espécies estudadas, (22). Os delfinídeos vêm logo a seguir com 20 espécies, seguidos pelos quirópteros de Phyllostomidae e os primatas de Callitrichidae com 18 espécies estudadas. Eles são seguidos pelos primatas Pitheciidae (14) e Atelidae com 13 espécies. Na sexta posição veio novamente quirópteros com a família Vespertilionidae, com 12 espécies estudadas, seguida então por Cervidae com 11. Balaenopteridae teve muitas publicações, com as suas oito espécies estudadas

repetidas vezes. Foram poucos estudos de subespécies. O destaque foi para as famílias Phyllostomidae (5), Balaenopteridae (3), Callitrichidae (3) e Cervidae (3). As famílias Atelidae e Pitheciidae tiveram praticamente quase todas as suas espécies estudadas dentro do território sul-americano. Mas foi Delphinidae e Callitrichidae que tiveram o maior número de repetições de espécies nos estudos e dentro do território sul-americano, 30 e 29 espécies estudadas respectivamente.

Tabela II: Famílias de mamíferos sul-americanos que tiveram espécies com vocalizações estudadas e publicadas.

Famílias	Artigos	Espécies	Subespécies	Espécies autóctones	Autóctones com repetição	Subespécies autóctones
Aotidae	1	1	0	1	0	0
Atelidae	18	13	1	12	22	1
Balaenidae	9	1	0	1	5	0
Balaenopteridae	257	8	3	5	12	2
Callitrichidae	127	18	3	12	29	3
Canidae	4	3	0	1	3	0
Castoridae	1	1	0	0	0	0
Caviidae	10	3	0	3	5	0
Cebidae	41	5	2	4	8	0
Cervidae	58	11	3	8	8	0
Chinchillidae	1	1	0	1	0	0
Chlamyphoridae	1	1	0	1	0	0
Cricetidae	1	1	0	1	0	0
Ctenomyidae	7	7	0	7	12	0
Delphinidae	293	20	2	9	30	1
Didelphidae	1	1	0	0	0	0
Echimyidae	1	1	0	1	1	0
Emballonuridae	28	10	0	7	8	0
Felidae	2	2	0	1	1	0
Furipteridae	1	2	0	2	2	0
Herpestidae	1	1	0	0	0	0
Iniidae	4	1	0	1	4	0

Kogiidae	1	1	0	0	0	0
Leporidae	1	1	0	0	0	0
Molossidae	49	22	2	7	9	0
Mormoopidae	5	5	1	1	1	0
Muridae	56	1	0	0	0	0
Mustelidae	9	3	0	1	0	0
Neobalaenidae	1	1	0	0	0	0
Noctilionidae	7	2	0	0	0	0
Octodontidae	9	2	0	1	1	0
Otariidae	20	6	0	4	7	0
Phocidae	30	5	0	0	0	0
Phyllostomidae	76	18	5	6	6	0
Physeteridae	45	1	0	1	0	0
Pithecidae	16	14	0	13	22	0
Pontoporiidae	2	1	0	1	2	0
Procyonidae	3	2	0	1	1	0
Suidae	26	1	1	0	0	0
Tapiridae	2	2	0	0	0	0
Tayassuidae	1	1	0	1	1	0
Thyropteridae	11	3	0	1	1	0
Trichechidae	15	2	1	2	2	1
Vespertilionidae	84	12	1	6	9	0
Ziphiidae	15	5	0	0	0	0
Total	1351	223	25	124	212	8

As espécies mais estudadas por pesquisadores sul-americanos e estrangeiros foram *Tursiops truncatus*, 131 vezes (Fig. 5). Ela foi seguida por outras espécies aquáticas, a *Megaptera novaeangliae*, estudada 116 vezes e *Orcinus orca*, 87 vezes. Em quarto veio *Eptesicus fuscus*, estudado 64 vezes e em quinto, *Balaenoptera musculus*, estudada 62 vezes.

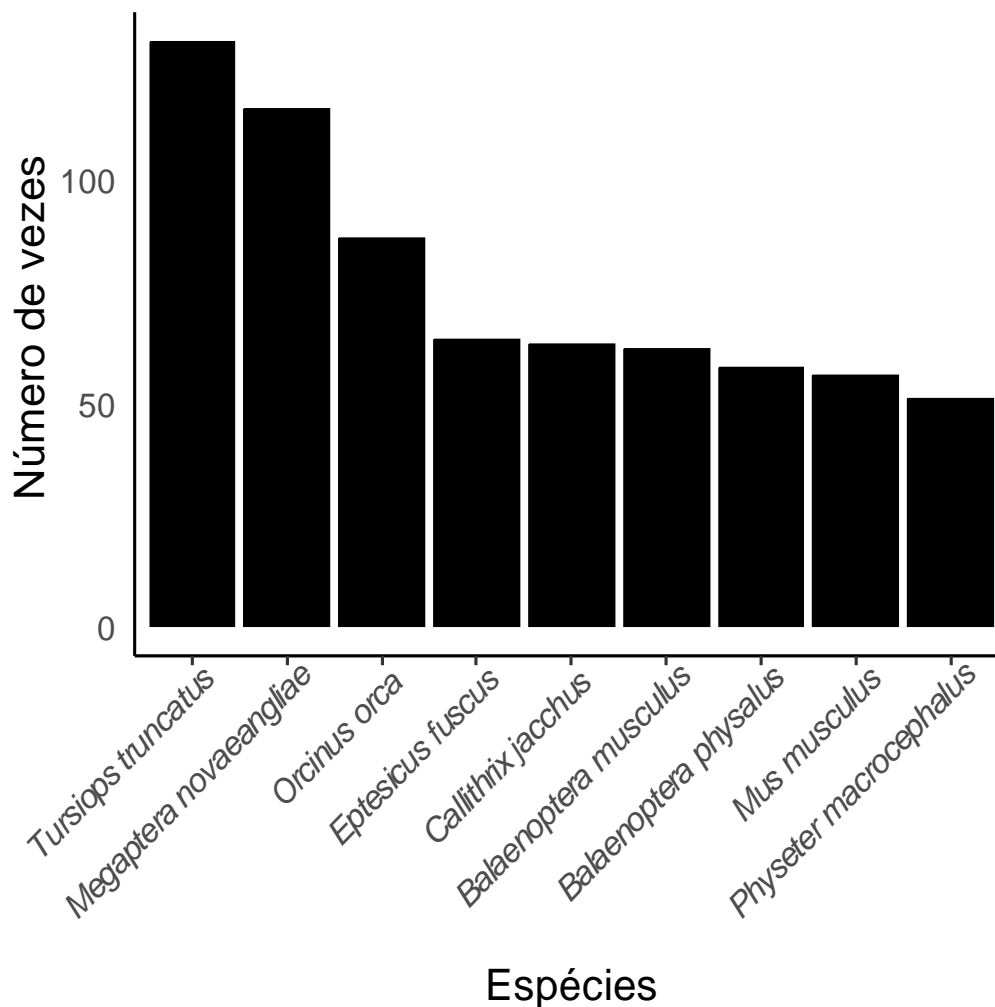


Figura 5: As espécies de mamíferos que tiveram suas vocalizações estudadas pelo menos 50 vezes.

As espécies mais estudadas dentro do território sul-americano foram *Sotalia guianensis*, (12 vezes), seguida pelos primatas *Callicebus nigrifrons* (8) e *Callithrix jacchus*, (7) e *Physeter macrocephalus* (6) (Fig.6). Porém, *Tursiops truncatus*, que foi a espécie mais estudada mundialmente, dentro do território sul-americano, compartilha a mesma quinta posição com mais outras seis espécies de Cetartiodactyla, Rodentia e Carnivora. Elas foram estudadas por cinco vezes cada uma. O mesmo ocorreu à sexta e sétima posição com espécies dentro de Cetartiodactyla, Primates, Carnivora e Rodentia, com espécies estudadas quatro vezes. Os quirópteros só apareceram na sétima posição com uma espécie.

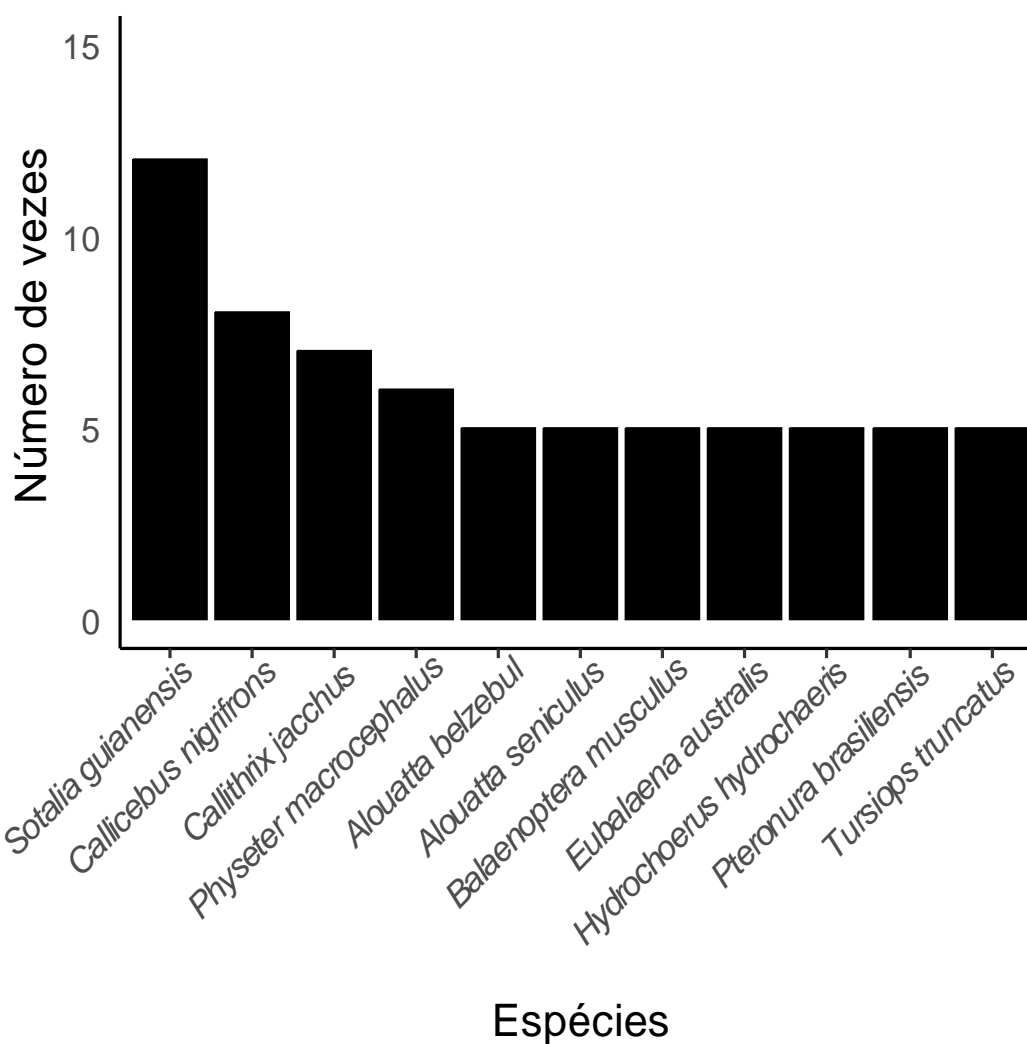


Figura 6: As espécies de mamíferos que tiveram suas vocalizações estudadas pelo menos cinco vezes e somente dentro da localização geográfica da América do Sul.

A nível global, autores de 42 países publicaram estudos de vocalizações de mamíferos sul-americanos (Tab. 3). Dentre os países fora à América do Sul, os que mais publicaram foram os Estados Unidos com 558 artigos e 90 espécies, seguido pela Alemanha, com 137 estudos e 57 espécies. Em terceiro veio o Reino Unido com 82 estudos e 38 espécies. Todavia o Canadá com 80 artigos foi o terceiro que estudou mais espécies, 42. Em relação aos países sul-americanos o Brasil liderou com 73 artigos e 41 espécies. O Chile vem logo em seguida com 12 artigos e 12 espécies e, a Argentina com nove artigos e 12 espécies. Os estudos foram conduzidos dentro e fora do território marinho e terrestre sul-americano.

Tabela III: Os países que mais publicaram sobre as vocalizações de mamíferos sul-americanos.

País	Artigos	Espécies	Subespécies	PIB bilhões (2020)
EUA	558	90	9	20893
Alemanha	137	57	4	3846
Reino Unido	82	38	8	2757
Canadá	80	42	0	1645
Brasil	73	41	2	1449
Austrália	58	18	2	1330
França	32	18	3	2630
Dinamarca	31	18	0	356,08
Rússia	31	3	1	1488
Itália	24	13	0	1892
Japão	20	10	1	5040
Suíça	13	6	0	752,25
Chile	12	12	0	252,72
Áustria	10	6	0	433,26
Espanha	10	8	0	1281
Argentina	9	12	1	389,59
Nova Zelândia	9	6	1	211,74
Portugal	9	3	0	228,54
Uruguai	9	10	0	53,56
África do Sul	8	9	0	335,44
China	6	6	0	14688
República Tcheca	6	2	0	245,34
Costa Rica	4	3	1	62,16
Cuba	4	5	0	107,35
Equador	4	4	0	99,29
Islândia	4	2	0	21,72
México	4	3	1	1087
Holanda	3	3	0	913,87
Panamá	3	3	0	53,98
Bolívia	2	10	0	36,63

Cingapura	2	2	0	345,3
Grécia	2	1	0	188,84
Índia	2	2	0	2668
Noruega	2	2	0	362,20
Porto Rico	2	3	0	103,14
Suécia	2	4	0	541,49
Venezuela	2	2	0	106,3
Bélgica	1	1	0	521,68
Colômbia	1	6	0	270,30
Croácia	1	1	0	57,20
Lituânia	1	1	0	56,55
Peru	1	1	0	201,71
Países associados	77	69	3	-
Total	1351	556	37	

Entretanto, as 124 espécies autóctones do território terrestre e marinho da América do Sul, também foram estudadas por muitos países representantes das Américas, da Europa e da Ásia (Tab. 4). O Brasil liderou a pesquisa sobre as vocalizações do território. Em 69 artigos ele estudou 41 espécies das 124. O país sul-americano que o acompanhou foi o Chile, com 11 artigos e 11 espécies. Atrás deles veio a Argentina com nove artigos e 12 espécies e o Uruguai também com nove artigos e 10 espécies. Em relação a países estrangeiros interessados em vocalizações de mamíferos autóctones, os Estados Unidos vieram em primeiro com 26 artigos e 20 espécies. Houve também estudos realizados por mais de um país, em associação, responderam por 19 publicações e 16 espécies.

Tabela IV: Os países sul-americanos e estrangeiros que estudaram vocalizações das 124 espécies de mamíferos exclusivamente dentro do território terrestre e marinho da América do Sul.

Países	Artigos	Espécies	Subespécies	Repetidas
Brasil	69	41	0	76
Estados Unidos	27	20	0	30
Chile	11	11	0	15
Reino Unido	10	17	0	18
Argentina	9	12	0	14
Uruguai	9	10	0	14
Alemanha	6	7	0	8
Canadá	6	1	0	6
Equador	4	4	0	4
Bolívia	2	10	0	11
Japão	2	3	0	3
Bélgica	1	1	0	1
Bolívia	1	9	0	10
Colômbia	1	6	0	6
Costa Rica	1	2	0	2
Espanha	1	1	0	1
Itália	1	1	0	1
México	1	1	0	1
Peru	1	1	0	1
Porto Rico	1	1	0	1
Suíça	1	1	0	1
Venezuela	1	1	0	1
Países associados	19	16	0	20
Total	185	177	0	245

As áreas de conhecimento em que os países sul-americanos mais têm empenhado no estudo das vocalizações foram a Bioacústica com 46 artigos e o Comportamento Animal com 39 (Fig. 7). Estudos de Ecologia vem em terceiro com oito publicações e Taxonomia com seis. Outras áreas foram em menor número variando de um a quatro artigos cada.

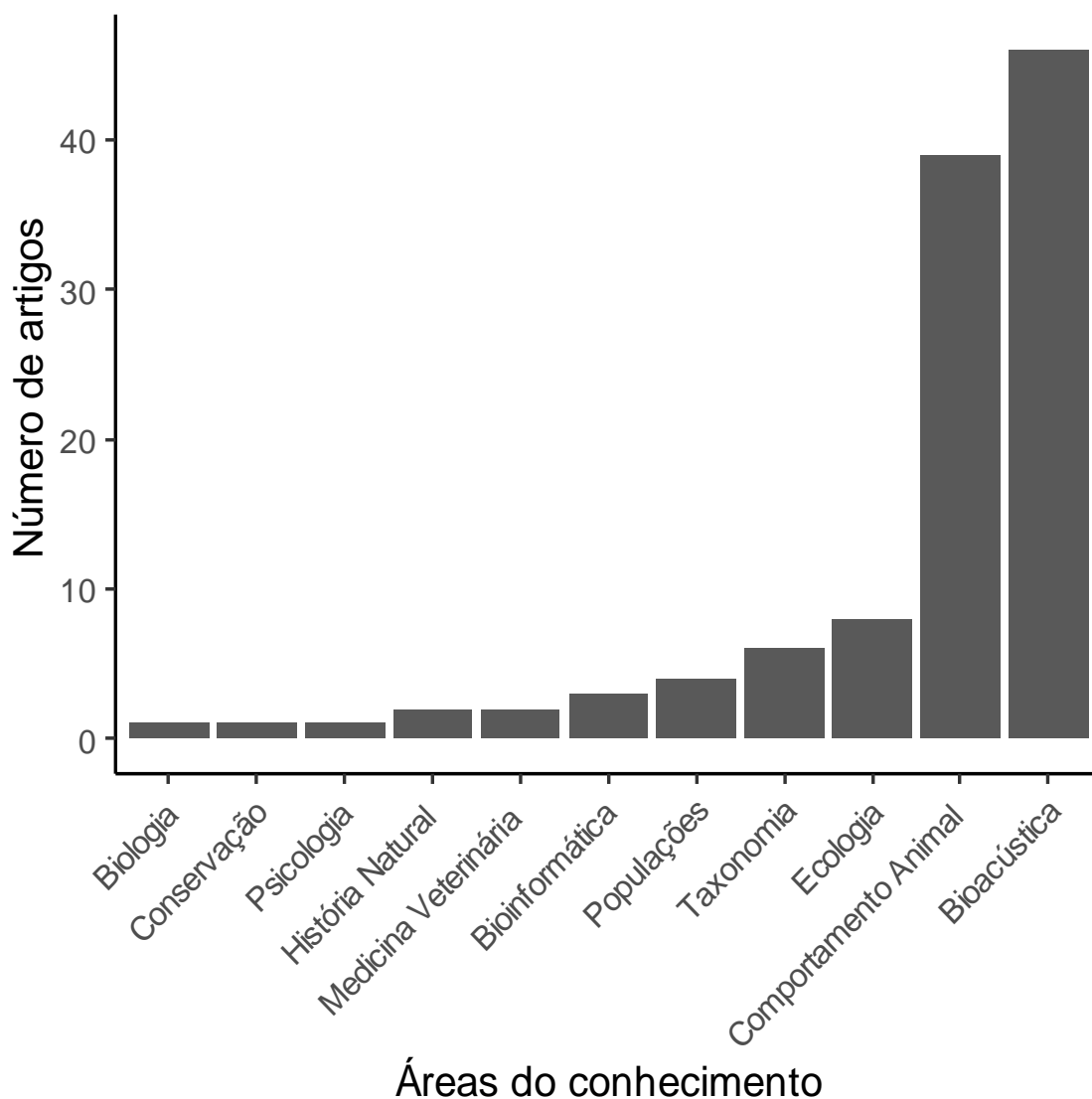


Figura 7: As áreas de conhecimento com estudos envolvendo vocalizações de mamíferos sul-americanos realizados por países sul-americanos.

O periódico *The Journal of the Acoustic Society of America* foi a revista em que mais se publicou estudos sobre as vocalizações de mamíferos sul-americanos com 239 artigos (Fig. 8). Foi seguida pela *Animal Behaviour* com 86 artigos, *Marine Mammal Science* com 85 artigos, *PlosOne* com 67 e *Bioacoustics* com 56 artigos.

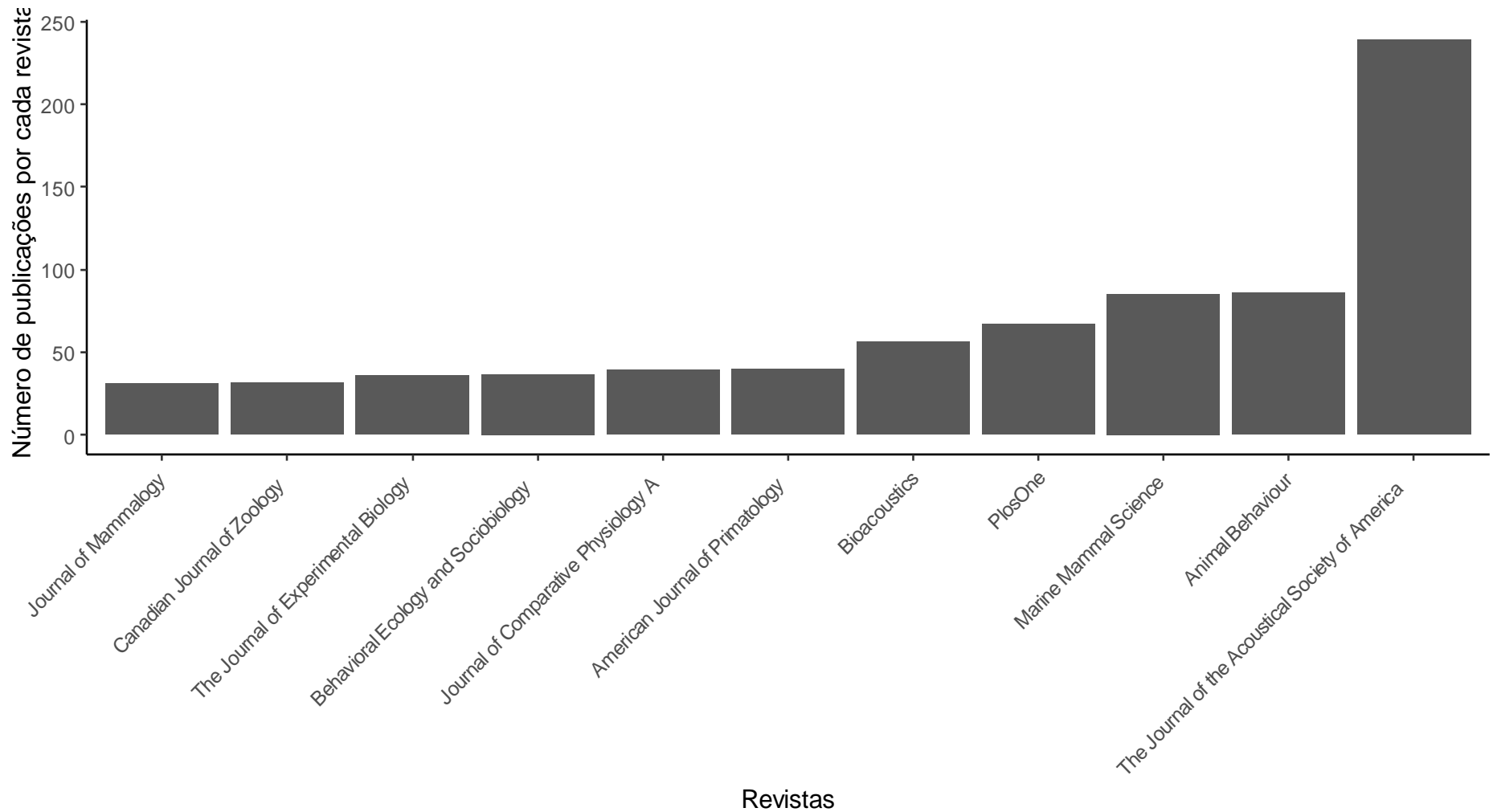


Figura 8: Revistas que mais publicaram estudos de vocalizações de mamíferos sul-americanos no mundo.

Os países sul-americanos também têm publicado seus estudos na revista *The Journal of the Acoustic Society of America*, que liderou, com 19 artigos (Fig. 9). Foi seguida pela *Bioacoustics* com 12 estudos publicados e pela *Marine Mammal Science* com sete estudos publicados. Entretanto, houve um amplo leque de revistas que autores sul-americanos publicaram seus trabalhos, variando de um a quatro artigos por revista.

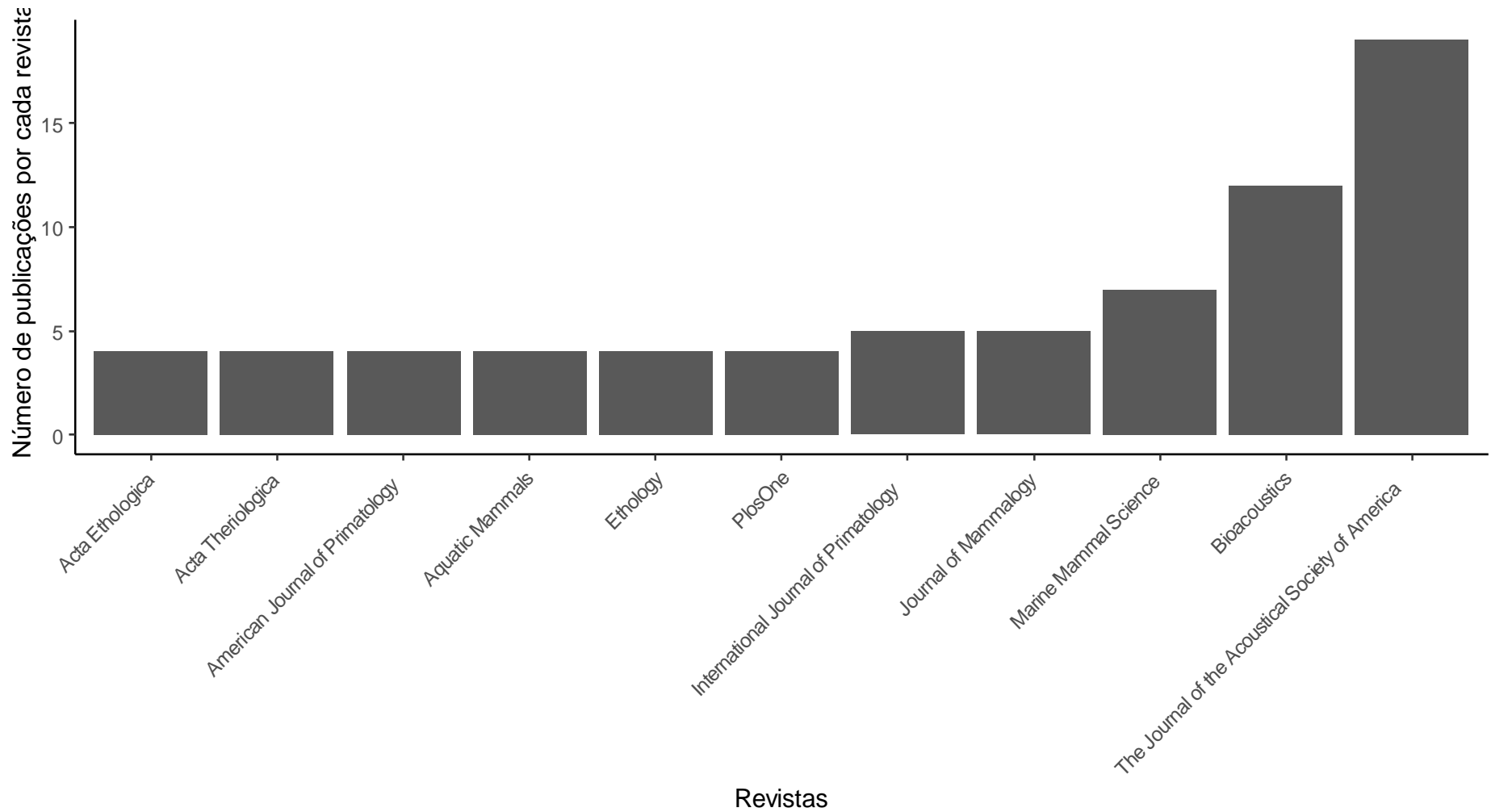


Figura 9: Revistas onde foram publicados estudos envolvendo vocalizações de mamíferos e por países sul-americanos.

O Brasil, como o país sul-americano que mais publicou, teve estas publicações distribuídas entre vinte e quatro instituições brasileiras (Fig. 10). As instituições que mais se empenharam nos estudos de vocalizações foram a região nordeste (22 artigos) e a sudeste (38). O destaque vai para a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Universidade Estadual do Rio de Janeiro com nove publicações cada. São seguidas pela Universidade de São Paulo com sete artigos, pela Universidade Federal do Pernambuco e Universidade Estadual de Santa Cruz com seis cada e, pelas Universidade Federal de Juiz de Fora e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro com quatro artigos cada uma. Com menos publicações vem a Universidade de Campinas (3) e USP Ribeirão Preto (3), a Universidade Estadual do Norte Fluminense (2) e as Universidades Federais de Alfenas, da Bahia e de Minas Gerais com um artigo cada. O Sul foi representado pela Universidade Federal do Paraná com três artigos, a Universidade de Joinville com um artigo. O Norte teve uma publicação com a parceria Instituto Nacional da Amazônia e a Universidade Federal da Amazônia. Houve também estudos produzidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2), Instituto Baleia Jubarte (1). Instituições particulares também publicaram. A Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais teve dois estudos publicados. O Centro-Oeste foi representado por uma universidade pública e outra privada, a Universidade de Brasília com dois artigos e pela Universidade Católica de Goiás, com um estudo.

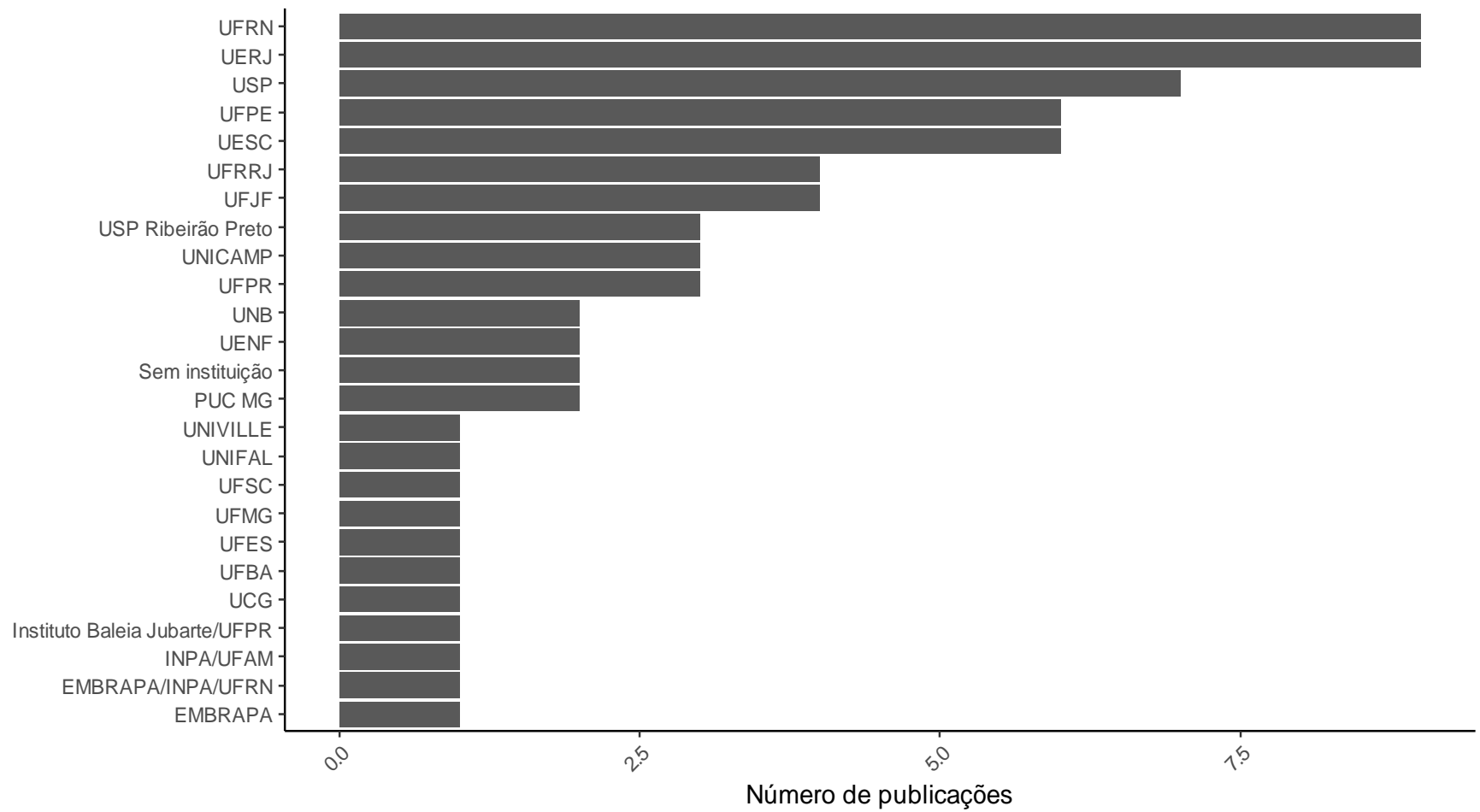


Figura 10: Instituições brasileiras que publicaram sobre vocalizações de mamíferos sul-americanos.

As 41 espécies que o Brasil estudou foram distribuídas por seis ordens e 22 famílias (Tab. 5). Estudou também duas subespécies. O Brasil tem focado mais em mamíferos terrestres, 28 espécies, número que se eleva a 43 devido a repetições de espécies. Igualmente, das 13 espécies aquáticas, seu número se eleva a 36 pelas repetições de espécies. Estas espécies se distribuíram por seis ordens e 22 famílias. A ordem Cetartiodactyla foi a mais estudada com 13 espécies, seguida pela ordem Primates com nove espécies estudadas. As famílias que tiveram mais espécies estudadas foram Delphinidae com sete espécies e Callitrichidae com seis. Em terceiro veio a família Caviidae com três espécies.

Tabela 5: As ordens e as famílias estudadas por autores brasileiros.

Ordem	Família	Espécies	Subespécies
Carnivora	Canidae	1	0
Carnivora	Procyonidae	1	0
Carnivora	Mustelidae	1	0
Carnivora	Felidae	1	0
Cetartiodactyla	Balaenidae	1	0
Cetartiodactyla	Balaenopteridae	2	0
Cetartiodactyla	Delphinidae	7	1
Cetartiodactyla	Iniidae	1	0
Cetartiodactyla	Pontoporiidae	1	0
Cetartiodactyla	Tayassuidae	1	0
Chiroptera	Emballonuridae	2	0
Chiroptera	Furipteridae	2	0
Chiroptera	Molossidae	2	0
Chiroptera	Thyropteridae	1	0
Primates	Atelidae	2	1
Primates	Callitrichidae	6	0
Primates	Cebidae	2	0
Primates	Pitheciidae	1	0
Rodentia	Caviidae	3	0
Rodentia	Ctenomyidae	1	0
Rodentia	Echimyidae	1	0
Sirenia	Trichechidae	2	0
Total		41	2

Pesquisadores brasileiros também têm se interessado por espécies de hábitos aquáticos. *Sotalia guianensis* foi estudada 13 vezes (Fig. 11). Foi seguida por *Hydrochoerus hydrochaeris*, cinco vezes, *Tursiops truncatus*, estudada quatro vezes e *Sotalia fluvitalis* por três vezes. As terrestres que lideraram foram *Chrysocyon brachyurus* e *Callithrix jacchus*, estudadas por três vezes cada uma.

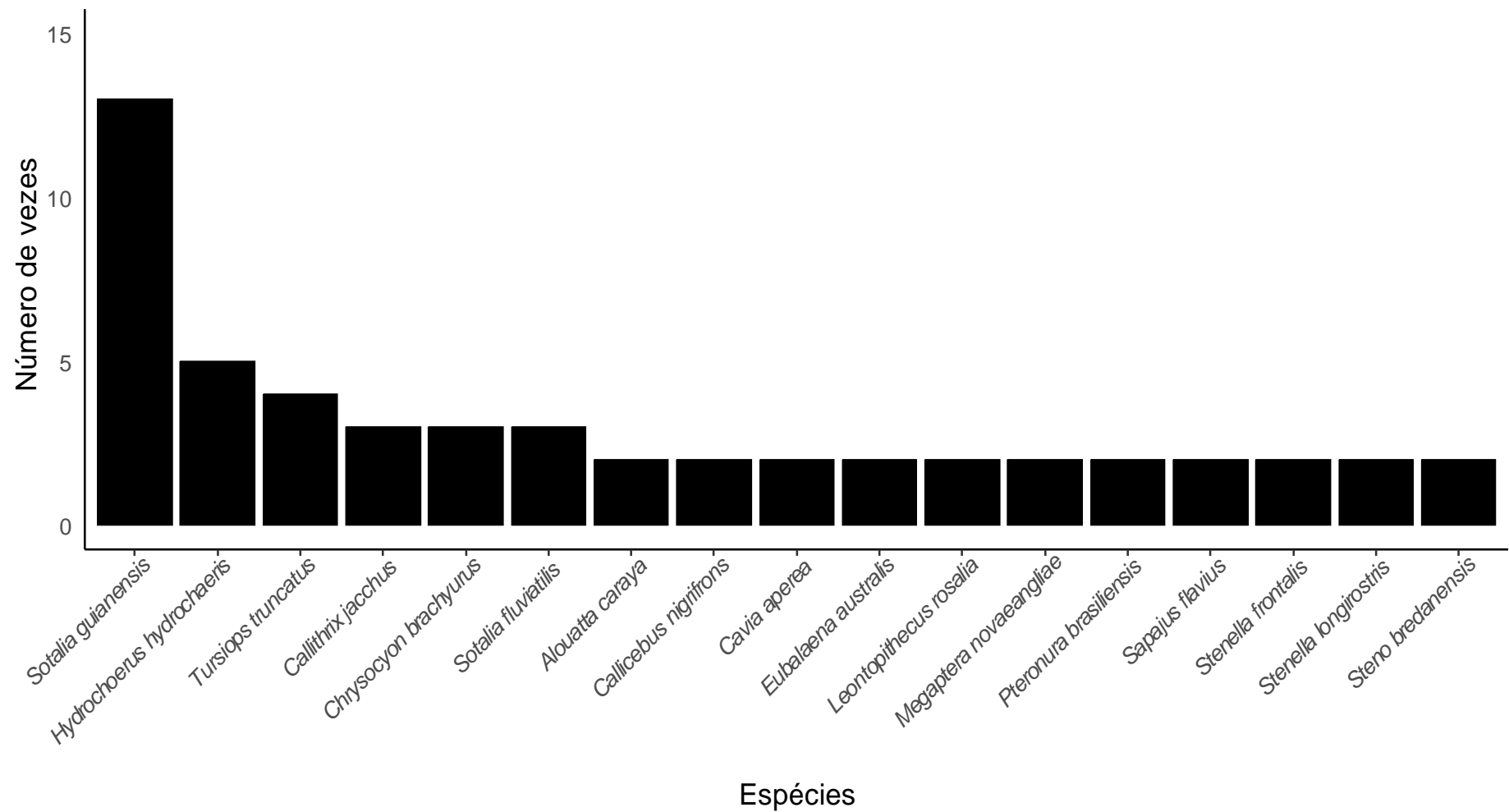


Figura 11: As espécies de mamíferos sul-americanos mais estudadas pelo Brasil em relação às suas vocalizações.

Estudamos mais espécies em estado pouco preocupante, 152 delas. Elas foram seguidas pelas espécies vulneráveis com 20 espécies estudadas (Fig. 12). Porém, em termos percentuais, temos estudado mais as espécies criticamente em perigo de extinção, 25,8% das espécies categorizadas nesta categoria. As espécies pouco preocupantes somam 18,4% da categoria. O mesmo para as espécies em perigo com 23,5%, as vulneráveis com 18,01% e as quase ameaçadas com 17,07%. Ainda, as espécies com dados deficientes foram pouco contempladas com estudos de vocalizações, apenas 3,95% das espécies nesta categoria da IUCN.

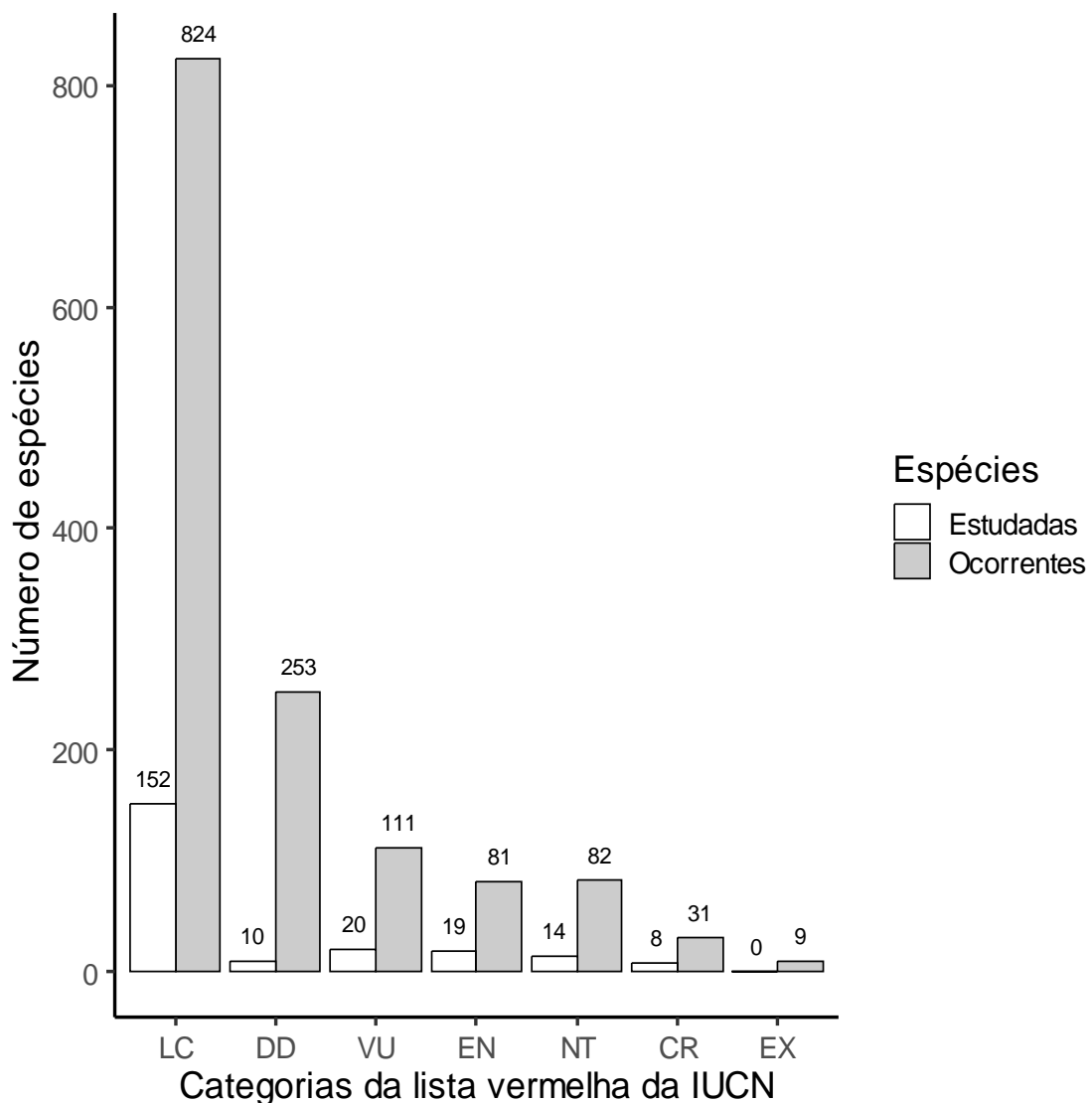


Figura 12: Quantitativo de espécies com vocalizações estudadas distribuídas pelas categorias da lista vermelha da IUCN.

4. Discussão

Existe viés nas publicações de vocalizações de mamíferos sul-americanos em termos de publicações e autoria, uma vez que, oitenta e cinco por cento dos artigos veio dos estudos de espécies localizadas fora da localidade geográfica da América do Sul. E somente 0,3% dos artigos, destes 85%, foram assinados por autores sul-americanos. Vieses taxonômicos se deram na direção de aquáticas marinhas (Balaenopteridae) e se pronunciou ainda mais pelas repetições de espécies nos estudos. Houve 0,8% dos 1351 artigos em que pesquisadores estudaram espécies cuja localização geográfica se estende para além da fronteira sul-americana. *Sotalia guianensis* foi um exemplo. É uma espécie costeira, cuja área de distribuição se estende desde a América Central, o Caribe até ao sul da América do Sul. Existe interesse em entender a variabilidade dos parâmetros acústicos de seus assovios (Moron et al. 2018). Cerca de 14% dos 1351 artigos deram preferência a espécies autóctones, estudadas exclusivamente dentro da localidade América do Sul. Mesmo assim ainda houve viés de autoria, quase 50% das vocalizações destas foram estudadas por pesquisadores estrangeiros à América do Sul. Isto pode estar indicando o interesse considerável que pesquisadores estrangeiros possuem na mastofauna sul-americana e, o quanto ainda estudos bioacústicos deste grupo, podem crescer, com o incremento de capital humano e centros de pesquisa dentro do próprio continente.

O interesse na bioacústica dos mamíferos da América do Sul está em crescimento, mesmo com as repetições das espécies nos distintos estudos. Isto pode estar mostrando que a bioacústica de mamíferos se mostrou atrativa, tanto quanto outras áreas de conhecimento das ciências da vida. Contudo, temos estudado apenas 16% das espécies ocorrentes no continente. Além do viés taxonômico em direção a espécies marinhas, ocorreu algo similar com alóctones terrestres. Houve estudos acústicos do gamo (*Dama dama*), do veado-mula (*Odocoileus hemionus*), da rena (*Rangifer tarandus*), do castor (*Castor canadensis*), do coelho-europeu (*Oryctogalus cuniculus*) e do porco (*Sus scrofa*). Todavia, nenhum deles foi realizado em território sul-americano. Esses vieses ou direcionamentos contribuíram para o crescimento nas publicações, mas por outro lado, produziu um ruído taxonômico, advindo do interesse excessivo das espécies marinhas, de primatas e de ungulados.

Assim como ocorre em outras áreas dos estudos das ciências biológicas, houve um crescimento gradual no número de pessoas que estiveram empenhados

em estudos de vocalizações de mamíferos. O surgimento de novas técnicas, como monitoramento acústico passivo ou novos algoritmos, podem ter contribuído para atrair a atenção dos pesquisadores nos estudos bioacústicos. As vocalizações podem ser um diferencial nas pesquisas de espécies oceânicas, furtivas, raras, noturnas ou de difícil acesso, como ocorre às baleias e afins e, os morcegos. Por exemplo, o monitoramento acústico passivo pode contribuir para a detecção acústica em baleias (Davis et al. 2020). Mas também a bioacústica entra como um complementar em outras áreas como ocorre nos estudos de Taxonomia (Brito et al. 2017; Adret et al. 2018; Ossa et al. 2018). As colaborações também cresceram. São elas que aumentam a capacidade da pesquisa e trazem benefícios tanto para os indivíduos, quanto para os grupos de pesquisa (Mcclunie-Trust et al. 2022). Ainda assim, parece que houve uma queda a partir de 2020, tanto nas publicações, quanto na autoria. Nesta revisão, coletamos até ao nono mês de 2020. Houve 44 autores que publicaram seus trabalhos neste referido intervalo de tempo. Este número é metade do número de autores do ano anterior. Embora, não faça parte do escopo desta revisão, pode ter havido uma queda também nas publicações sobre vocalizações devido à pandemia da Covid-19 e suas implicações, como ocorreu a outras áreas (Sohrabi et al. 2021).

A ordem dos mamíferos sul-americanos mais estudada teve a grande contribuição dos estudos das baleias, golfinhos e terrestres alóctones, inflada ainda pelas inúmeras repetições de espécies. Mas embora tenha havido também repetições de espécies, foi a ordem Chiroptera que teve uma maior distribuição em espécies distintas com vocalizações estudadas. Todavia, é marcante a quantidade de estudos dedicados a *Eptesiscus fuscus*, cujo primeiro estudo remonta ao ano de 1973 (Suthers e Fattu 1973). O acompanha em números repetidos de estudos as espécies *Saccopteryx bilineata*, *Tadarida brasiliensis*, *Carollia perspicillata* e *Thyroptera tricolor*. Enquanto isto, outras espécies desta ordem tiveram baixíssima atenção, como o furipterídeo *Amorphochilus schnalablii* (Falcão et al. 2015) com apenas um estudo publicado. Lacunas ainda persistem para os Chiroptera, tivemos um outro exemplo do vespertilionídeo *Artibeus fraterculus*, espécie descrita a quase um século e, cujo único estudo de sua vocalização, foi publicado bem mais recentemente (Salas et al. 2018).

As famílias marinhas de golfinhos e baleias foram as mais estudadas. Desphinidae conta com 24 espécies sul-americanas existentes e, foram estudadas 20. Porém, é acentuado os vieses encontrados dentro de Delphinidae. Novamente, devido às repetições das espécies *Tursiops truncatus*, *Orcinus orca*,

Delphinus delphis, *Sotalia guianensis* e os gêneros *Stenella* e *Globicephala*. Talvez isto tenha ocorrido por um interesse na plasticidade acústica dos Odontocetes, além do fato de serem animais com apelo carismático (Oswald et al. 2004; Camargo et al. 2006; Azzolin et al. 2014; Papale et al. 2017; Kaplan et al. 2018). A família Callitrichidae, embora com muitas publicações, houve empenho acentuado em duas espécies, *Callithrix jacchus* e *Saguinus oedipus*. Houve interesses em se entender a estrutura das vocalizações, o aprendizado vocal e na comunicação emissor-recebedor dos primatas do Novo Mundo. Além disso, a *C. jacchus* é uma espécie de cativeiro e modelo e, muito utilizada em distintos estudos para se testar distintas hipóteses (Jones et al. 1993; Brum et al. 2004; Yamaguchi et al. 2010; Borjon e Ghazanfar 2014; Zürcher e Burkart 2017). Todavia, a família Molossidae teve mais espécies contempladas nos estudos envolvendo vocalizações. Mas de novo, assim como para Delphinidae, houve um foco de interesse em determinadas espécies e gêneros.

O gênero *Molossus*, *Tadarida* e *Eumops* foram os mais preferidos ou escolhidos em diversos estudos. *Molossus* tem atraído a atenção por ser espécie insetívora e ter relevante interesse no seu flexível repertório de ecolocalização (Kössl et al. 1999). Mas também espécies como *M. molossus* podem ser facilmente encontradas por usarem abrigos, como as habitações construídas pelo homem (Carter et al. 2015). *Tadarida brasiliensis* vem sendo estudada desde 1990. É também uma das espécies que tem tratabilidade, isto é, pode ser mantida e estudada em cativeiro para se testar hipóteses científicas (Bartsch e Schmidt 1993; French e Lollar 1998).

A família Cervidae foi uma das mais estudadas, mas devido a espécies alóctones como *Cervus elaphus*, *Odocoileus hemionus*, *Odocoileus virginianus*, *Dama dama*, *Rangifer tarandus*. São espécies que foram trazidas para a América do Sul não muito recentemente (Petrides 1975; Chapman e Chapman 1980; Flueck et al. 1995). *Dama dama* e *Cervus elaphus* estão se espalhando no cone sul e com populações bem estabelecidas (Flueck et al. 2003; EcoRegistros.org 2023). Talvez no futuro nós possamos gravar vocalizações destas espécies e compararmos com suas populações originais do Ásia e Europa. Apenas um único estudo do gênero *Mazama* por autores argentinos contribuíram um pouco mais no avanço dos estudos bioacústicos deste grupo (Black-Décima et al. 2020).

Com relação aos primatas, temos dado mais atenção ao gênero *Alouatta* da família Atelidae e ao gênero *Brachyteles* e, muito pouco atenção às outras espécies do grupo. A família Atelidae conta com 23 espécies ocorrentes, mas

temos focado muito mais em apenas três delas, *Alouatta caraya*, *Alouatta seniculus* e *Brachyteles hypoxanthus*. *Brachyteles* é um gênero ameaçado de extinção. Todavia, houve somente um estudo de *Brachyteles arachnoides* e cuja a descrição vocal, não foi o interesse primário do estudo (Assumpção 1983). São estudos que começaram no princípio da década de 80. Os estudos são amplos, com interesses em entender os repertórios, mas também suas funções e variações sazonais (Sekulic 1982; Sekulic 1983; Thorington et al. 1984; Ybarra 1986; Drubbel e Gautier 1993; Mendes e Ades 2004; Arnedo et al. 2010; Holzmann et al. 2012; Holzmann e Areta 2020). Para Pitheciidae temos focado mais nos gêneros *Plecturocebus*, *Callicebus* e *P. Cacaiao* e, na maior parte das vezes pelos mesmos pouquíssimos primeiros autores (Bezerra e Souto 2008; Bezerra et al. 2009; Bezerra et al. 2010; Bezerra et al. 2011; Adret et al. 2017; Berthet et al. 2018; Berthet et al. 2019). Apesar dos avanços no conhecimento da comunicação dos pitecídeos, existe ainda carência de informações para a maioria de suas espécies. Só foram descritos apenas 12% dos repertórios vocais das 60 espécies de pitecídeos e no contexto comportamental, das respostas a sinais de co-específicos (Bezerra et al. 2017). Por último temos dedicado poucos estudos aos parâmetros acústicos das subespécies. Em Chiroptera temos focado nas espécies do gênero *Artibeus jamaicensis* e *Sturnira lilium* em apenas um estudo único (Jennings et al. 2004). E, em Cetartiodactyla focamos no gênero *Balaenoptera* e, com estudos bem mais recentes (Barlow et al. 2018; McCauley et al. 2018; Leroy et al. 2018; Leroy et al. 2018; Jolliffe et al. 2019).

As espécies mais estudadas foram as marinhas e cosmopolitas como *Tursiops truncatus*, *Megaptera novaengliae* e *Orcinus orca*. Em relação às terrestres, na maior parte, as espécies mais estudadas foram os cetartiodáctilos, quirópteros e primatas. Roedores e carnívoros foram minoria. A bioacústica dos mamíferos sul-americanos foi marcadamente enviesada para espécies que possuem áreas de distribuição muito grandes e, por diferentes pesquisadores e localidades fora da América do Sul. Mas também foi enviesada para espécies que podem ser estudadas em cativeiro como primatas *Callitrix jacchus* ou podem ser encontradas em construções humanas ou também mantidas em cativeiro como morcegos *Eptesicus fuscus* e *Tadarida brasiliensis*. Estudos em cativeiros ou até mesmo em zoológicos podem facilitar em muito a logística e reduzir custos. Nota-se isto no estudo do comportamento vocal do roedor *Cavia aperea*, conduzido em populações em cativeiro, criadas por 25 gerações, na Alemanha (Monticelli e Ades 2013). *Mus musculus* da família Muridae foi o único roedor mais estudado, porque é usado como modelo para se testar inúmeras hipóteses e

em laboratório (Nyby et al. 1981; Maggio e Whitney 1985; Branchi et al. 1998; Verjat et al. 2019; Nicolakis et al. 2020). Atrás dele, veio o gênero dos roedores *Ctenomys*. A bioacústica de roedores, notadamente aqueles subterrâneos é ainda pobremente conhecida, o que demandará maiores esforços em pesquisa no futuro. São poucos os autores que escolheram estudar este tipo de comportamento vocal (Francescoli 2001; Francescoli 2002; Francescoli e Quirici 2010; Francescoli 2011; Schleich e Busch 2002; Schleich e Busch 2002; Schleich e Antenucci 2009).

Tivemos cinco estudos de espécies pertencentes a quatro ordens e quatro famílias ao que parece, de pouco interesse no estudo das vocalizações, com apenas um estudo cada. Foram elas: *Chaetophractus vellerosus* (ordem Cingulata, família Chlamyphoridae), *Monodelphis domestica* (Didelphimorphia, Didelphidae), *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha, Leporidae) e *Tapirus bairdii* e *Tapirus terrestris* (Perissodactyla, Tapiridae). *Chaetophractus vellerosus* e *Oryctolagus cuniculus* tiveram suas vocalizações estudadas muito recentemente. As descrições das vocalizações são escassas para estas espécies, mesmo a segunda delas, sendo uma espécie domesticada (Amaya et al. 2019; Orihuela e Ungerfeld 2019). Com um único estudo de mais 25 anos, estudou-se a vocalização neonatal para *Monodelphis domestica* e em laboratório australiano (Aitkin et al. 1997). *Tapirus terrestris* foi estudada em cativeiro há mais de 50 anos e *Tapirus bairdii* bem mais recentemente com a descrição da sua primeira vocalização na natureza, mas na Costa Rica (Hunsaker II e Hahn 1965; Gómez-Hoyos et al. 2018).

Padrão similar ocorreu com as espécies mais estudadas exclusivamente em localidade dentro do território sul-americano. Focamos mais nos cetartiodáctilos e primatas. *Sotalia guianensis* foi a mais estudada e com cerca de 87% de suas publicações assinadas por cientistas brasileiros. Os seus primeiros estudos começaram há pouco mais de dez anos e com interesse na variação dos assovios desta espécie (May-Collado e Wartzok 2009; Figueiredo e Simão 2009). Os carnívoros também foram representados pelas espécies sociais, *Pteronura brasiliensis* em estudos mais recentes e *Mirounga lionina*, estudos com mais de 15 anos. Ambas vieram sendo estudadas pelos mesmos primeiros autores ou grupo especializado, a fim de compreender seus repertórios vocais em diferentes contextos comportamentais (Sanvito e Galemberti 2000; Sanvito et al. 2007; Sanvito et al. 2007; Sanvito et al. 2008; Munn e Knörnschild 2014; Munn et al.

2014; Leuchtenber et al. 2014; Leuchtenber et al. 2016; Munn e Knörnschild 2017).

Pesquisadores de mais de 40 países e PIBs variados se interessaram por estudos das vocalizações de mamíferos sul-americanos, sendo aqueles sediados nos Estados Unidos (país com maior PIB mundial), os que mais publicaram. A América do Norte e o oeste da Europa possuem economias robustas, com um histórico de grandes investimentos dos seus PIBs em pesquisa científica e desenvolvimento (Unesco 2020). Porém a variação no número de artigos foi grande, desde a Alemanha que tem o maior PIB da Europa e, foi a segunda maior publicadora, até países com PIBs que são pouco mais de um por cento do PIB desta nação desenvolvida, como o Uruguai. O país sul-americano que mais se aproximou foi o Brasil, que tem o maior PIB da América do Sul e, portanto, pôde investir mais em pesquisa e desenvolvimento. Além disso, somente a Oceania não estudou espécies autóctones aqui na América do Sul. E a Austrália tem PIB similar ao do Brasil. Assim, o PIB sozinho provavelmente não explica o interesse nas publicações em razão da grande variação de nações e com distintas economias. Outros fatores não mensurados nesta revisão poderiam ter influenciado nas escolhas e investimento na pesquisa sobre esta área do comportamento animal e dos táxons estudados. Os interesses podem por exemplo, vir de preferências por determinados táxons por parte do próprio pesquisador ou pela tratabilidade da espécie para responder suas hipóteses ou ainda, o táxon é mais fácil de estudar do que outros (Rosenthal et al. 2017).

Atendo-se ao recorte de países sul-americanos, os estudos das vocalizações têm principalmente sido desenvolvidos nas áreas de Bioacústica, Comportamento Animal e Ecologia. Os pesquisadores vieram descrevendo vocalizações e buscando entender suas variações desde o começo da década de 80 (Hodun et al. 1981; Ybarra 1986; Weilgart e Whitehead 1988). E novas descrições continuam surgindo em razão do pouco que temos estudado em espécies de mamíferos sul-americanos e, de maneira especial as vocalizações em faixas altas de frequência como ocorre aos morcegos (Yoh et al. 2020). Além disso, a bioacústica é uma ferramenta importante no estudo de espécies de morcegos que são difíceis de capturar como aquelas de voo alto e de espaços abertos (Hintze et al. 2019). Todavia, a pesquisa sobre vocalizações também foi direcionada para a grande área do comportamento animal, uma vez que a comunicação acústica animal é de grande interesse (Boughman e Moss 2003). Seus primeiros estudos tiveram lugar com pinipédios de Galápagos, animais

coloniais e, cujo interesse foi no comportamento de reconhecimento de mães-crias (Trillmich 1981). E mais recentemente um importante estudo preenchendo lacuna sobre vocalizações em comportamento reprodutivo de cervídeos do Novo Mundo, algo que era conhecido anteriormente somente para cervídeos do Velho Mundo (Black-Décima et al. 2020). Com bem menos estudos e, não menos importante, a terceira área com mais estudos envolvendo vocalizações foi a de Ecologia. Seu primeiro estudo com mais de quatro décadas foi voltado a Sócio Ecologia da espécie de primata *Callimico goeldi*. Uma espécie que na data do estudo já era conhecida da ciência há 75 anos, mas pouco se sabia sobre ela (Pook e Pook 1981). Foram poucas publicações de vocalizações em estudos de conservação e de história natural. Ainda são escassos os estudos em conservação dada a necessidade urgente em se preservar espécies (Albuquerque e Souto 2013; Colpaert et al. 2016). Todavia, em História Natural tem-se publicado a mais tempo, muito embora estudos mais recentes têm se tornado cada vez mais raros (Assumpção 1983; Olmos et al. 1993; Flores-Quispe et al. 2019).

Tanto pesquisadores sul-americanos quanto de outros países têm publicado seus estudos em um abrangente leque de revistas, mais de 200. Estas revistas variaram desde aquelas com escopo mais relacionado ao comportamento animal até aquelas que passam por ciência de produção animal, neurociência, psicologia, *check lists*, estudos comparativos e de fisiologia, revisões, sistemática, ecossistemas urbanos, especializadas em determinados táxons, dentre outras (Jacobs et al. 1993; Jennings et al. 2004; Lingle et al. 2007; Rotschafer et al. 2012; Hintze et al. 2016; Schimpp et al. 2018; Buchan et al. 2019; Black-Décima 2020). Mas também muitos estudos foram publicados em revistas especializadas em fauna de ambiente marinho. Isto pode estar indicando que a pesquisa envolvendo vocalizações é amplamente distribuída pelas revistas com diferentes escopos e, que contemplam as distintas áreas e linhas de pesquisa em mamalogia.

Encontramos também vieses regionais quando levamos em conta o país que mais tem publicado sobre vocalizações de mamíferos sul-americanos. As pesquisas no Brasil têm se concentrado em poucas regiões, notadamente no Nordeste no Sudeste. Mas dentro das instituições isto se dilui um pouco em razão dos distintos departamentos que tiveram interesse em estudos envolvendo vocalizações. É o caso da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que mais publicou juntamente com a Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ. Suas publicações são assinadas por pesquisadores do Instituto do Cérebro,

do Departamento de Fisiologia, Laboratório de Bioacústica do Centro de Biociências (Turesson e Ribeiro 2015; Rocha et al. 2015; Dombroski et al. 2016; Dombroski et al. 2017; Martins et al. 2016; Martins et al. 2016; Turesson et al. 2016; Lima et al. 2018; Ferreira et al. 2019). Entretanto, são estudos bem mais recentes, que foram publicados por esta região em comparação com a UERJ, representando a região sudeste. Suas primeiras publicações ocorreram na segunda metade dos anos 2000 sobre o boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) e o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) (Azevedo e Sluys 2005; Azevedo et al. 2007). As regiões bem menos representadas foram a Norte e o Centro-oeste com três instituições públicas e uma particular. Igualmente, são estudos recentes, da Universidade de Brasília e do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Porém para a Universidade Católica de Goiás, seu único estudo já conta com quase 20 anos. Em comum para estas universidades, todas focaram em primatas e quirópteros (Mendes e Ades 2004; Sobroza et al. 2017; Oliveira et al. 2018; Rosa et al. 2020). Isto parece demonstrar um reforço de viés taxonômico também a nível regional.

O Brasil também pôs mais atenção nos cetartiodáctilos, primatas e quirópteros. Mas as espécies não foram equitativamente distribuídas pelas famílias. O interesse maior ocorreu para espécies de Delphinidae e Calitrichidae. Para Chiroptera foi mais equitativo os interesses nas suas espécies, pois não se repetiram: *Amorhochilus schnablii*, *Centronycteris maximiliani*, *Furipterus horrens*, *Molossops temminckii*, *Promops centralis*, *Saccopteryx bilineata*, *Thyroptera devivoi*. Todavia, o Brasil só estudou 29% das espécies de Delphinidae focando nos gêneros *Sotalia*, *Stenella*, *Steno* e em *Tursiops truncatus*. E 11,5% dos primatas de Callitrichidae, dando mais atenção a *Callithrix jacchus* e *Lentopithecus rosalia* (Sabatini e Ruiz-Miranda 2008; Bastos et al. 2018). E em relação aos morcegos, o Brasil estudou apenas 2,5% das espécies sul-americanas de Chiroptera. Ao olharmos para as espécies de Carnívora vemos que o interesse recaiu sobre quatro espécies: *Chrysocyon brachyurus*, *Nasua nasua*, *Pteronura brasiliensis*, *Puma concolor* que se repetiram (Macarrão et al. 2012; Leuchtenberger et al. 2014; Leuchtenberger et al. 2016; Balieiro et al. 2019; Gasco et al. 2019).

Os estudos bioacústicos não se atém somente na descrição de repertórios, mas é também um meio de detecção de sons e coadjuvante em manejo e conservação de espécies como *Chrysocyon brachyurus* (Rocha et al. 2015; Ferreira et al. 2019). O interesse nas vocalizações dos carnívoros começou há

pouco mais de 10 anos com *Puma concolor*, que parece ter sido o primeiro registro de suas vocalizações no Brasil (Macarrão et al. 2012). Logo, ainda temos um déficit também, no interesse das espécies de Carnivora por parte da pesquisa bioacústica brasileira. O mesmo ocorre aos roedores, com interesse muito baixo no estudo de suas vocalizações. Por exemplo, a família Ctenomyidae possui 59 espécies existentes na América do Sul e, todavia, foi estudado apenas 1,7% de suas espécies. Além disso, o foco recaiu mais sobre duas espécies de roedores: *Cavia aperea* e *Hydrochoerus hydrochaeris* (Barros et al. 2011; Monticelli e Ades 2011; Nogueira et al. 2012; Nogueira et al. 2012; Lacerda et al 2013; Monticelli e Ades 2013; Dos Santos et al. 2014).

O interesse nos roedores, além de repertórios vocais, se deu também na busca pelo entendimento das vocalizações no ultrassom, bem como no comportamento dentro de grupos sociais e complexos. Porém, houve espécies em estudos únicos, tais como para *Cavia intermedia*, *Cuniculus paca* e *Kannabateomys amblyonyx* (Verzola-Olivio e Monticelli 2017; Lima et al. 2018). Este último uma espécie arbórea de bioma ameaçado, a Mata Atlântica e, cujo estudo único de sua história natural completou 30 anos (Olmos et al. 1993). Estamos ainda no começo do entendimento sobre os repertórios e suas funções na bioacústica brasileira de roedores.

As pesquisas sobre vocalizações têm se dado com espécies na sua maior parte em estado pouco preocupante. Esta preferência poderia ser justificada pelo fato de serem mais comuns, ou abundantes, não ameaçadas e, portanto, poderia ser mais fácil obter licenças para as coletas (IUCN 2024; SISBIO 2020). Entretanto, também temos estudado vocalizações de espécies em categorias de ameaça. Por exemplo, o estudo da ariranha, *Pteronura brasiliensis*, ameaçada de extinção, teve suas vocalizações gravadas em zoológico (Mumm e Knörnschild 2017). Assim, outros fatores poderiam estar envolvidos nas escolhas dos táxons na pesquisa sobre vocalizações. Particularmente para mamíferos, poderia ter como uma das causas, preferências por parte do pesquisador por algum atributo peculiaridade que lhe chamou a atenção numa dada espécie (Borgi e Cirulli 2015; Borgi e Cirulli 2016). *Balenoptera musculus* está em perigo de extinção e, vem sendo bastante estudada. Tem o atributo de ser conhecida como o maior mamífero do planeta e, por isso, foi caçada exaustivamente desde o início do século XIX (Sears e Perrin 2008). O mesmo ocorre a primatas dos gêneros *Cebuella*, *Brachytelles*, *Callimico*, *Callithrix*, *Saguinus* e *Leontopithecus*, animais com apelo carismático pela proximidade ao gênero humano. Talvez ainda, o

interesse seja simplesmente querer levantar mais conhecimento sobre uma dada espécie, em razão da indisponibilidade de informações sobre sua história natural (Rosa et al. 2020). A fauna do Neotrópico é bastante rica e ainda existem lacunas sobre o comportamento animal e isso inclui o repertório vocal, até mesmo para espécies terrestres mais conhecidas como a vulnerável *Mazama nana* (Black-Décima et al. 2020). Esta carência de conhecimento é mais grave nas espécies com dados deficientes, que podem ser espécies de mais difícil acesso, como as marinhas ou noturnas como morcegos. Temos 253 espécies sul-americanas com dados deficientes e estudamos as vocalizações de 10 espécies desta categoria, especialmente cetartiodáctilos e quirópteros. De certa forma, por pouco que represente, cerca de 4%, os estudos das vocalizações para estas espécies, contribui-se um pouco mais para o conhecimento sobre a biodiversidade da América do Sul.

Em conclusão, esta revisão mostrou que houve crescimento em publicações e de número de pesquisadores com interesse nas vocalizações de mamíferos da América do Sul, porém, com vieses. Um interesse desproporcional nos estudos de vocalizações emergiu, de espécies marinhas, representadas pela ordem Cetartiodactyla e Balaenopteridae. Houve também preferências em Chiroptera e Primatas, com foco pronunciado em poucas espécies, algumas com único estudo. Enquanto que pouca atenção foi dada a Cingulata, Didelphimorphia e Lagomorpha e Perissodactyla. Que em estudo prévio (Brito et al. 2009) já mostrava resultado similar, por exemplo para Perissodactyla, ameaçada de extinção e pouca atenção em pesquisa. O interesse ainda recai sobre espécies de estado pouco preocupante. A maior parte dos estudos publicados ficaram dentro da área de conhecimento Bioacústica. Isto pode estar indicando que, apesar dos mamíferos serem um dos grupos mais bem estudados, ainda estamos no princípio, pois precisamos entender seus repertórios vocais, bem como a própria estrutura e elementos que compõem as suas vocalizações.

5. Referências

Adret, P., J. S. Cochran e M. S. Roda. 2017. Airborne vs. Radio transmitted vocalizations in two primates: a technical report. *Bioacoustics* 27(3): 273-294.

Adret, P., K. A. Dingess, C. B. Caselli, J. Vermeer, J. Martínez, J. C. L. Amancio, S. M. van Kuijik, L. M. H. Lineros, R. B. Wallace, E. Fernandez-Duque e A. Di Fiori. 2018. Duetting Patterns of titi monkeys (Primates, Pitheciidae: Callicebinae) and relationships with phylogeny. *Animals* 8(178): 1-

33.

Aitkin, L, Cochran S., S. Frost, A. Martsi-McClintock e B. Masterton. 1997. Features of the auditory development of the short-tailed Brazilian opossum, *Monodelphis domestica*: evoked responses, neonatal vocalizations and synapses in the inferior colliculus. *Hearing Research* 113:69-75.

Albuquerque, N. S. e A. S. Souto. 2013. Motorboat noise can potentially mask the whistle sound of estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*). *Ethnobiology and Conservation* 2: 1-15.

Amaya, J. P., E. Zufiaurre, J. I. Areta e A. M. Abba. 2019. The weeping vocalization of the screaming hairy armadillo (*Chaetophractus vellerosus*), a distress call. *Journal of mammalogy* 100(5): 1427-1435.

Arnedo, L. F., F. D. C. Mendes e K. B. Strier. 2010. Sex differences in vocal patterns in the Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*). *American Journal of Primatology* 72: 122-128.

Arruda, F. V. de, D. G. de Sousa, F. B. Teresa, V. H. M. do Prado, H. F. da Cunha, and T. J. Izzo. 2018. Trends and gaps of the scientific literature about the effects of fire on Brazilian Cerrado. *Biota Neotropica* 18:1-6.

Assumpção, C. T. 1983. Ecological and behavioural information on *Brachyteles arachnoides*. *Primates* 24(4): 584-593.

Azevedo, A. F. e M V. Sluys. 2005. Whistles of tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in Brazil: Comparisons among populations. *The Journal of Acoustical Society of America* 117(3): 1456-1464.

Azevedo, A. F., A. M. Oliveira, L. D. Rosa e J. Lailson-Brito. 2007. Characteristics of whistles from resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern Brazil. *The Journal of Acoustical Society of America* 121(5): 2978-2983.

Azzolin, M., A. Gannier, M. O. Lammers, J. N. Oswald, E. Papale, G. Buscaino, G. Buffa, S. Mazzola e C. Giacoma. 2014. Combining whistle acoustic parameters to discriminate Mediterranean odontocetes during passive acoustic monitoring. *The Journal of Acoustic Society of America* 135(1): 502-513.

Balieiro, F. e P. F. Monticelli. 2019. Evidence of individual discrimination in the maned wolf long-distance extended-bark. *Behavioural Process* 158: 219-227.

Barlow, D. R., L. G. Torres, K. B. Hodge, D. Steel, C. S. Baker, T. E. Chandelier, R. Constantine, M. C. Double, P. Gill, d. Glasgow, R. M. Hammer, C.

Lilley, M. Ogle, P. A. Olson, c. Peters, K. A. Stockin, C. T. Tessaglia-Hymes e H. Klinck. 2018. Documentation of a New Zealand blue whale population-based on multiple lines of evidence. *Endangered Species Research* 36: 27-40.

Barros, K. S., R. S. Tokumar, J. P. Pedrosa e s. S. C. Nogueira. 2011. Vocal Repertoire of Captive Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): Structure, Context and Function. *Ethology* 117: 83-93.

Bartsch E. e S. Schmidt. 1993. Psychophysical frequency modulation thresholds in a FM-bat, *Tadarida brasiliensis*. *Hearing Research* 67: 128-138.

Bastos, M., K. Medeiros, G. Jones e B. Bezerra. 2018. Small but wise: Common marmosets (*Callithrix jacchus*) use acoustic signals as cues to avoid interactions with blonde capuchin monkeys (*Sapajus flavius*). *American Journal of Primatology* e22774: 1-10.

Berthet, M., C. Neumann, G. Mesbahi, C. Cäsar e K. Zuberbühler. 2018. Contextual encoding in titi monkey alarm call sequences. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 72(8): 2-11.

Berthet, M., G. Mesbahi, A. Pajot, C. Cäsar, C. Neumann e K. Zuberbühler. 2019. Titi monkeys combine alarm calls to create probabilistic meaning. *Science Advances* 5: eaav3991, 1-9.

Bezerra, B. M. e A. Souto. 2008. Structure and usage of the vocal repertoire of *Callithrix jacchus*. *International Journal of Primatology* 29: 671-701.

Bezerra, N. M., A. s. Souto, M. A. B. Oliveira e L. G. Halsey. 2009. Vocalisations of wild common marmosets are influenced by diurnal and ontogenic factors. *Primates* 50: 231-237.

Bezerra, B. M., A. S. Souto e G. Jones. 2010. Vocal repertoire of Golden-backed Uakaris (*Cacajao melanocephalus*): call structure and context. *International Journal of Primatology* 31:759-778.

Bezerra, B. m., A. S. Souto, A. N. Radford e G. Jones. 2011. Brevity is not always a virtue in primate communication. *Biology Letters* 7: 23-25.

Bezerra, B. M., C. Cäsar, L. Jerusalinsky, A. Barnett, M. Bastos, A. Souto e G. Jones. 2017. Pitheciid vocal communication: what can we say about what they are saying? *Ethnobiology and Conservation* 6(15): 1-23.

Black-Décima, P., A. m. Hurtado, J. M. B. Duarte e M. Santana. 2020. Acoustic parameters of courtship and human-directed friendly vocalizations in seven species of Neotropical deer in captivity. *Animal Production Science* 60: 1283-1291.

Borgi, M. e F. Cirulli. 2015. Attitudes toward Animals among Kindergarten Children: Species Preferences. *Anthrozoös* 28(1): 45-59.

Borgi, M. e F. Cirulli. 2016. Pet Face: Mechanisms Underlying Human-Animal Relationships. *Frontiers in Psychology* 7: 1-11.

Borjon J. I e A. A. Ghazanfar. 2014. Convergent evolution of vocal cooperation without convergent evolution of brain size. *Brain, Behavior and Evolution* 84: 93-102.

Boughman, J. W. e c. F. Moss. 2003. Social Sounds: vocal learning and development of mammal and bird calls. *Acoustic Communication*. 1 ed. Springer-Verlag, New York.

Branchi, I., D. Santucci, A. Vitale e E. Alleva. 1998. Ultrasonic vocalizations by infant laboratory mice: a preliminary spectrographic characterization under different conditions. *Developmental Psychobiology* 33: 249-256.

Brito, D., L. C. Oliveira, M. Oprea, and M. A. R. Mello. 2009. An overview of brazilian mammalogy: Trends, biases and future directions. *Zoologia* 26:67–73.

Brito, J. M., N. Tinoco, D. Chávez, P. Moreno-Cárdenas, D. Batalhas e R. Ojala-Barbour. New species of arboreal rat of the genus *Rhipidomys* (Cricetidae, Sigmodontinae) from Sangay National Park, Ecuador. 2017. *Neotropical Biodiversity* 3(1): 65-79.

Brum, H., K. Voss, I. Köllmer e D. Todt. 2004. Acoustic communication in noise: regulation of call characteristics in a New World monkey. *The Journal of Experimental Biology* 207: 443-448.

Buchan, S. J., L. Gutierrez, N. Balcazar-Cabrera e K M. Stafford. 2019. Seasonal occurrence of fin whale song off Juan Fernandez, Chile. *Endangered Species Research* 39: 135-145.

Carter G., D. Schoeppler, m. Manthey, M. Knörnschild e A. Denzinger. 2015. Distress calls of a fast-flying bat (*Molossus molossus*) provoke inspection flights but not cooperative mobbing. *PlosOne* 10(9): e0136146.

Chapman, N. G. e D. I. Chapman. 1980. The distribution of fallow deer: A worldwide review. *Mammal Review* 10(2-3): 61-138.

Clark J. A. e R. M. May. 2002. Taxonomic bias in conservation research. *Science* 297: 191-192.

Conenna, I., R. Rocha, and D. Russo. 2017. Insular bats and research

effort: a review of global patterns and priorities. *Mammal Review* 47:169–182.

Davis, G. E., M. F. Baumgartner, P. J. Corkeron, J. Bell, C. Berchok, J. M. Bonnel, J. B. Thornton, S. Brault, Gary. A. Buchanan, D. m. Cholewiak, C. W. Clark, J. Delarue, L. T. Hatch, H. Klinck, S. D. Kraus, B. Martin, D. K. Mellinger, H. Moors-Murphy, S. Nieu Kirk, D. P. Nowacek, S. E. Parks, D. Parry, N. Pegg, A. J. Read, A. N. Rice, D. Risch, A. Scott, M. s. Soldevilla, K. M. Stafford, J. E. Stanistreet, E. Summers, S. Todd e S. M. Van Paries. 2020. Exploring movement patterns and changing distributions of baleen whales in the western North Atlantic using a decade of passive acoustic data. *Global Change Biology* 00: 1-29.

Dent, M. I. 2018. An introduction to rodent bioacoustics. Pages 1–11 in L. M. Dent, R. R. Fay, and A. N. Popper, editors. *Rodent Bioacoustics, Springer Handbook of Auditory Research* 67. Springer, Switzerland.

Dietrich M. R., Ankeny R. A., Crowe N., Green S. e Leonelli S. 2020. How to choose your research organism? *Studies in History and Philosophy of Biology and Biomedicine Science* 80: 101227.

Dombroski, J. R. G., S. E. Parks, K. R. Groch, P. A. C. Flores e R. S. Souza-Lima. 2016. Vocalizations produced by southern right whale (*Eubalaena australis*) mother-calf pairs in a calving ground off Brazil. *The Journal of Acoustical Society of America* 140(3): 1850-1857.

Dombroski, J. R. G., S. E. Parks, K. R. Groch, P. A. C. Flores e R. S. Souza-Lima. 2017. Upcall production by southern right whale (*Eubalaena australis*) mother-calf pairs may be independent of diel period in a nursery area. *Marine Mammal Science* 33(2): 669-677.

Dos Santos, E., R. S. Tokumar, S. L. G. Nogueira-Filho e S. S. C. Nogueira. 2014. The effects of unrelated offspring whistle calls on capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Brazilian Journal of Biology* 74(3): S171-S176.

Drubbel, R. V. e J. Gautier. 1993. On the occurrence of nocturnal and diurnal loud calls, differing in structure and duration, in red howlers (*Alouatta seniculus*) of French Guiana. *Folia Primatologica* 60: 195-209.

EcoRegistros. Registros Ecológicos de la Comunidad. 2023. Acesso em: 30 de novembro de 2023. Disponível em: ecoregistros.org.

Falcão, F., J. A. Ugarte-Núñez, D. Faria e C. B. Caselli. 2015. Unravelling the calls of discrete hunters: acoustic structures of echolocation call of furipterid bats (Chiroptera, Furipteridae). *Bioacoustics* 24(2): 175-183.

Ferreira, L. S., J. S. Damo, V. Sábato, J. E. Baumgarten, F. H. G. Rodrigues e R. S. Sousa-Lima. 2019. Using playbacks to monitor and investigate the behaviour of wild maned wolves. *Bioacoustics* 30(1): 74-92.

Figueiredo, L. D. e S. M. Simão. 2009. Possible occurrence of signature whistles in a population of *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) living in Sepetiba Bay, Brazil. *The Journal of Acoustical society of America* 126(3): 1563-1569.

Flores-Quispe, M., G. Calizaya-Mamani, G. Portugal-Zegarra, G. A. Alvarado, J. Pacheco-Castillo e E. M. Rengifo. 2019. Contributions to the natural history of *Mormopterus kalinowskii* (Chiroptera: Molossidae) in the southwest of Peru. *Theria* 10(3): 343-352.

Flueck, W. T., J. m. Smith-Flueck e K. A. Rüegg. 1995. Management of introduced red deer in Patagonia. In: Bissontette, J. A. e Krausman, P. R. (eds). *Integrating people and wildlife for a sustainable future. Proceeding of the first International Wildlife Management Congress*. Bethesda, MD, USA: The Wildlife Society, pp. 525-528.

Flueck, W. T., J. A. M. Smith-Flueck e C. M. Naumann. 2003. The current distribution of red deer (*Cervus elaphus*) in southern Latin America. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 49: 112-119.

Francescoli, G. 2001. Vocal signals from *Ctenomys pearsoni* pups. *Acta Theriologica* 46(3): 327-330.

Francescoli, G. 2002. Geographical variation in vocal signals of *Ctenomys pearsoni*. *Acta Theriologica* 47(1): 35-44.

Francescoli, G. e V. Quirici. 2010. Two different vocalization patterns in *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae) territorial signals. *Mastozoología Neotropical* 17(1): 141-145.

Francescoli, G. 2011. Tuco-tuco's vocalization output varies seasonally (*Ctenomys pearsoni*; Rodentia, Ctenomyidae): implications for reproductive signaling. *Acta Ethologica* 14: 1-6.

French B. e A. Lollar. 1998. Observations on the reproductive behavior of captive *Tadarida brasiliensis Mexicana* (Chiroptera: Molossidae). *The Southwestern Naturalist* 43(4): 484-490.

Gasco, A., H. F. Ferro e P. F. Monticelli. 2019. The communicative life of a social carnivore: acoustic repertoire of the ring-tailed coati (*Nasua nasua*). *Bioacoustics* 28(5): 459-487.

Grinnell, A. D., E. Gould, and M. B. Fenton. 2016. A history of the study of echolocation. Pages 1–24 in M. B. Fenton, A. D. Grinnell, A. N. Popper, and R. R. F. Editors, editors. *Bat bioacoustics*. Springer, New York.

Hintze, F., e. Barbier e E. Bernard. 2016. Emballonuridae Gervais, 1855 (Chiroptera) of Reserva Biológica de Saltinho (Atlantic Forest), in Brazil, revealed by echolocation. *Check List* 12(4): 1-9.

Hintze, F., A. Arias-Aguilar, L. Dias-Silva, M. Delgado-Jaramillo, C. R. Silva, T. Jucá, F. L. Mischiatti, M. Almeida, B. Bezerra, L. M. S. Aguiar, M. J. R. Peereira e E. Bernard. 2019. Molossid unlimited: extraordinary extension of range and unusual vocalization patterns of the bat, *Promops centralis*. *Journal of Mammalogy* 101(2): 417-432.

Hodun A., C. T. Sonowdon e P. Soini. 1981. Subspecific variation in the long calls of the tamarin, *Saguinus fuscicollis*. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 57: 97-110.

Holzmann, I., I. Agostini e M. Di Bitetti. 2012. Roaring Behavior of two syntopic howler species (*Alouatta caraya* and *A. guariba clamitans*): evidence supports the mate defense hypothesis. *International Journal of Primatology* 33: 338-355.

Holzmann, I. e J. I. Areta. 2020. Reduced geographic variation in roars in different habitats rejects the acoustic adaptation hypothesis in the black-and-gold howler monkey (*Alouatta caraya*). *Ethology* 126: 76-87.

Hood, W. W., and C. S. Wilson. 2001. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. *Scientometrics* 52:291–314.

Hunsaker II, D. e T. C. Hahn. 1965. Vocalization on the South American tapir: *Tapirus terrestris*. *Animal Behaviour* 13(1): 69+74.

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. www.iucnredlist.org.

IUCN 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. www.iucnredlist.org.

Jacobs, M., D. P. Nowacek, D. J. Gerhart, G. Cannon, S. Nowicki, R. B. Forward, Jr. 1993. Seasonal changes in vocalization during behavior of the Atlantic bottlenose dolphin. *Estuaries* 16(2): 241-246.

Jennings, N. V., S. Parsons, K. E. Barlow e M. R. Gannon. 2004. Echolocation calls and wing morphology of bats from the West Indies. *Acta Chiropterologica* 6(1): 75-90.

Jolliffe, C. D., R. D. McCauley, A. N. Gavrilov, K. C. S Jenner, M. M. Jenner e a. J. Duncan. 2019. Song variation of the South Eastern Indian Ocean Pygmy blue whale population in the Perth Canyon, Western Australia. *PlosOne* 14(1): e0208619.

Jones, B. S. D. H. R. Harris e C. K. Catchpole. 1993. The stability of the vocal signature in phee calls of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. *American Journal of Primatology* 31:67-75.

Jones, B., M. Zapetis, M. M. Samuelson, and S. Ridgway. 2020. Sounds produced by bottlenose dolphins (*Tursiops*): a review of the defining characteristics and acoustic criteria of the dolphin vocal repertoire. *Bioacoustics* 29:399–440.

Jones C. A., Duffy M. K., Hoffman S. A., Schultz-Darken N. J., Braun K. M., Ciucci M. R. e Emborg M. E. 2018. Vocalization development in common marmosets for neurodegenerative translational modeling. *Neurology Research* 40(4): 303-311.

Kaplan, J. D., K. Melillo-Sweeting e D. Reiss. 2018. Biphonal calls in Atlantic spotted dholpins (*Stenella frontalis*): bitonal and burst-pulse whistles *Bioacoustics* 27(2): 145-164.

Kellert S. R., Black M., Rush C. R. e Bath A. J. 1996. Human culture and large carnivore conservation in North America. *Conservation Biology* 10(4): 977-990.

Kössl, M., E. Mora, F. Coro e M. Vater. 1999. Two-toned echolocation calls from *Molossus molossus* in Cuba. *Journal of Mammalogy* 80(3): 929-932.

Krogh A. 1929. The progress of Physiology. *The American Journal of Physiology* 90(2): 243-251.

Lacerda, P. O., R. S. Tokumar e S. S. C. Nogueira. 2013. Vocal signature in capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Acta Ethologica* 17: 77-81.

Leuchtenberger, C., R. Sousa-Lima, N. Duplaix, E. E. Magnusson e G. Mourão. 2014. Vocal repertoire of the social giant otter. *The Journal of Acoustical Society of America* 136(5): 2861-2874.

Leuchtenberger, C., R. Sousa-Lima, C. Ribas, E. E. Magnusson e G. Mourão. 2016. Giant otter alarm calls as potential mechanisms for individual discrimination and sexual selection. *Bioacoustics* 25(3): 279-291.

Leroy, E. C., J. Royer, J. Bonnel e F. Samaran. 2018. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123(11): 8568-8580.

Leroy, E. C., F. Samaran, K. M. Stafford, J. Bonnel e J. Royer. 2018. Broad-scale study of the seasonal and geographic occurrence of the blue and fin whales in the Southern Indian Ocean. *Endangered Species Research* 37: 289-300.

Lima, S. G. C., R. S. Sousa-Lima, R. S. Tokumaru, S. L. G. Nogueira-Filho e S. S. C. Nogueira. 2018. Vocal complexity and sociality in spotted paca (*Cuniculus paca*). *PlosOne* 13(1): e0190961.

Lingle, S., D. Rendall, W. F. Wilson, R. W. Deyoung e S. M. Pellis. 2007. Altruism and recognition in the antipredator defense of deer: 2. Why mule deer help non offspring fawns. *Animal Behaviour* 73: 907-916.

Macarrão, A., M. Corbo e C. B. Araújo. 2012. Cougar (*Puma concolor*) vocalization and frequency shift as a playback response. *Biota Neotropica* 12(3): 133-135.

Maggio, J. C. e G. Whitney. 1985. Ultrasonic vocalizing by adult female mice (*Mus musculus*). *Journal of Comparative Psychology* 99(4): 420-436.

May-Collado, L. J. e D. Wartzok. 2009. A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broadband recording systems. *The Journal of Acoustical Society of America* 125(2): 1202-1213.

McCauley, R. D., A. N. Gravilov, C. d. Jolliffe, R. Ward e P. C. Gill. 2018. Pygmy blue and Antarctic blue whale presence, distribution and population parameters in southern Australia based on passive acoustics. *Deep-sea Research Part II* 157-158: 154-168.

McClunie-Trust, P., V. Jones, R. Winnington, K. Shannon, A. E. Donaldson, R. Macdiarmid, R. J. Jarden, R. Turner, E. Merrick e P. Andersen. 2022. Doing case study research collaboratively: the benefits for researchers. *International Journal of Qualitative Methods* 21: 1-12.

Mendes, F. D. C. e C. Ades. 2004. Vocal sequential exchanges and intragroup spacing in the Northern Muriqui *Brachyteles arachinoides hypoxantus*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76(2): 399-404.

Monticelli, P. F. e C. Ades. 2011. Bioacoustics of domestication: alarm and courtship calls of wild and domestic cavies. *Bioacoustics* 20: 169-192.

Monticelli, P. F. e C. Ades. 2013. The rich acoustic repertoire of a precocious rodent, the wild cavy *Cavia aperea*. *Bioacoustics* 22(1): 49-66.

Moron, J. R., N. P. Lopes, S. S. Reis, N. Mamede e S. S. Reis. 2018. Whistle variability of Guiana dolphins in South America: latitudinal variation or

acoustic adaptation? *Marine Mammal Science* 35(3): 843-874.

Mumm, C. A. S., M. C. Urrutia e M. Knörnschild. 2014. Vocal individuality in cohesion calls of giant otters, *Pteronura brasiliensis*. *Animal Behaviour* 88: 243-252.

Mumm, C. A. S. e M. Knörnschild. 2014. The Vocal Repertoire of Adult and Neonate Giant Otters (*Pteronura brasiliensis*). *PlosOne* 9(11): e112562.

Mumm, C. A. S. e M. Knörnschild. 2017. Territorial choruses of giant otter groups (*Pteronura brasiliensis*) encode information on group identity. *PlosOne* 12(10): e0185733.

Nabout J., Terribile L. C., Bini L. M. e Diniz-Filho J. A. F. 2010. Phylogenetic autocorrelation and heritability of geographic range size, shape and position of fiddler crabs, genus *Uca* (Crustacea, Decapoda). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 48(2): 102-108.

Nabout J., Carvalho P., Prado M. U., Borges P. P., Machado K. B., Haddad K. B., Michelin T. S., Cunha H. F. e Soares T. N. 2012. Trends and biases in global climate change literature. *Natureza e Conservação* 10(1): 45-51.

Nabout, J., F. Carneiro, P. Borges, K. Machado, and V. Huszar. 2015. Brazilian scientific production on phytoplankton studies: national determinants and international comparisons. *Brazilian Journal of Biology* 75:216–223.

Nicolakis, D., M. A. Marconi, S. m. Zala e D. j. Penn. 2020. Ultrasonic vocalizations in house mice depend upon genetic relatedness of mating partners and correlate with subsequent reproductive success. *Frontiers in Zoology* 17:10: 1-19.

Nogueira, S. S. C., J. P. Pedrosa, S. L. G. Nogueira-Filho e R. S. Tokumar. 2012. The Function of Click Call Emission in Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Ethology* 118: 1001-1009.

Nyby, J., C. J. Wysocki, G. Whitney, G. Dizinno, J. Schneider e A. Nunez. Stimuli for male mouse (*Mus musculus*) Ultrasonic courtship vocalizations: presence of female chemosignals and/or absence of male chemosignals. 1981. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 95(4): 623-629.

Oliveira. T. F., D. F. Ramalho, E. C. Mora e L. M. S. Aguiar. 2018. The acoustic gymnastics of the dwarf dog-faced bat (*Molossops temminckii*) in environments with different degrees of clutter. *Journal of Mammalogy* 99(4): 965-973.

Olmos, F., M. Galetti, M. Paschoal e S. L. Mendes. 1993. Habits of the

Southern Bamboo Rat, *Kannabateomys amblyonyx* (Rodentia, Echimyidae) in Southeastern Brazil. *Mammalia* 57(3): 325-335.

Orihuela, A. e Ungerfeld R. 2019. Acoustic characteristics of vocalisations emitted by the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) during copula ejaculation and eletro-ejaculation with or without anaesthesia. *World Rabbit Science* 27: 157-162.

Ossa, G., T. m. Lilley, J. Ugarte-Núñez, L. Ruokolainen, K. Vilches, P. Valladares-Faúndez e V. Yung. 2018. First recordo of *Promops davisoni* (Thomas, 1921) (Chiroptera, Molossidae) from Chile and a description of its echolocation calls. *Mastozoología Neotropical* 25(1): 129-137.

Oswald, J., S. Rankkin e J. Barlow. 2004. The effect of recording and analysis bandwidth on acoustic identification of delphinid species. *The Journal of Acoustic Society of America* 116(5): 3178-3185.

Papale, E., M. Perez-Gil, J. Castrillon, E. Perez-Gil, L. Ruiz, A. Servidio, M. Tejedor, C. Giacoma e V. Martín. 2017. Context specificity of Atlantic spotted dolphin acoustic signals in the Canary Islands. *Ethology Ecology and Evolution* 29(4): 311-329.

Petrides, G. A. 1975. The importation of wild ungulates into Latin America, with remarks on their environmental effects. *Environmental Conservation* 2(1): 47-51.

Pook, A. G. e G. Pook. 1981. A field study of socio-ecology of the Goeldi's monkey (*Callimico goeldi*) in Northern Bolivia. *Folia Primatologica* 35: 288-312.

Prathap G. 2017. Scientific wealth and inequality within nations. *Scientometrics* 113(12): 923-928.

Pierce, G. W., and D. R. Griffin. 1938. Experimental determination of supersonic notes emitted by bats. *Journal of mammalogy* 19:454-455.

Raick X., Huby A., Kurchevski G., Godinho A. L. e Parmentier E. 2020. Use of bioacoustics in species identification: Piranhas from genus *Pygocentrus* (Teleostei: Serrasalminidae) as a case study. *Plos One* 15(10): e0241316: 1-16.

Rocha, L. H. S., L. S. Ferreira, B. C. Paula, F. H. G. Rodrigues e R. S. Sousa-Lima. 2015. An evaluation of manual and automated methods for detecting sounds of maned wolves (*Chrysocyon brachyurus* Illiger 1815). *Bioacoustics* 24(2): 185-198.

Rosa, R. O. L., C. H. A. Silva, M. Silveira e L. M. S. Aguiar. 2020. Type

of shelter and first description of the echolocation call of disk-winged bat (*Thyroptera devivoi*). *Biota Neotropica* 20(2): e20190821.

Rosenthal M. F., Gertler M., Hamilton A. D., Prasad S. e Andrade M. C. B. 2017. Taxonomic bias in animal behaviour publications. *Animal Behaviour* 127: 83-89.

Ross G. J. B., Best P. B. e Donnelly B. G. 1975. New records of the pygmy right whale (*Caperea marginata*) from South Africa, with comments on distribution, migration, appearance, and behavior. *Journal of the Fisheries Research of Canada* 32(7): 1005-1018.

Rotschafer, S. E., M. S. Trujillo, L. E. Dansie, I. M. Ethell e K. A. Razak. 2012. Minocycline treatment reverses ultrasonic vocalization production deficit in a mouse model of Fragile X Syndrome. *Brain Research* 1439: 7-14.

Sabatini, V. e C. R. Ruiz-Miranda. 2008. Acoustical Aspects of the Propagation of Long Calls of Wild *Leontopithecus rosalia*. *International Journal of Primatology* 29: 207-223.

Salas, J. A., C. R. Loaiza S. e V. Pacheco. 2018. *Artibeus fraterculus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalian species* 50(962):67-73.

Sanvito, S., F. Galimberti e E. H. Miller. 2007. Vocal signalling of male southern elephant seals is honest but imprecise. *Animal Behaviour* 77: 287-299.

Sanvito, S., F. Galimberti e E. H. Miller. 2007. Observational Evidences of Vocal Learning in Southern Elephant Seals: A Longitudinal Study. *Ethology* 113: 137-146.

Sanvito, S., F. Galimberti e E. H. Miller. 2008. Development of aggressive vocalizations in male southern elephant seals (*Mirounga leonina*): maturation or learning? *Behaviour* 145:137-170.

Schimpp, S. A., H. Li e M. C. Kalcounis-Rueppell. 2018. Determining species specific nightly bat activity in sites with varying urban intensity. *Urban Ecosystems* 21: 541-550.

Schleich, C. E. e C. Busch. 2002. Acoustic signals of a solitary subterranean rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae): physical characteristics and behavioural correlates. *Journal of Ethology* 20: 123-131.

Schleich, C. E. e C. Busch. 2002. Juvenile vocalizations of *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae). *Acta Theriologica* 47(1): 25-33.

Schleich, C. E. e D. Antenucci. 2009. Sound transmission and burrow characteristics of the subterranean rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia:

Ctnomyidae). *Acta Theriologica* 54(2): 165-170.

Sears, R. e W. F. Perrin. 2008. Blue Whale *Balaenoptera musculus*. *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2 ed. Academic Press, UK, pp: 120-124.

Sekulic, R. 1982. Daily and seasonal patterns of roaring and spacing in four red howlers *Alouatta seniculus* troops. *Folia Primatologica* 39: 22-48.

Sekulic, R. 1983. The effect of female calls on male howling in red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). *International Journal of Primatology* 4(3): 291-305.

Sibiryakova O. V., Volodin I. A., Matrosova V. A., Volodina E. V., Garcia A. J., Gallego L. e Landete-Castillejos L. 2015. The power of oral and nasal calls to discriminate individual mothers and offspring in red deer, *Cervus elaphus*. *Frontiers in Zoology* 12(2): 1-12.

SISBIO 2020. Sistema de autorização e informação em biodiversidade (SISBIO) – curso básico para pesquisadores. Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, DF.

Sobroza, T. V., L. S. Cerqueda, P. I. Simões e M. Gordo. 2017. Vocal Repertoire and Its Behavioral Contexts in the Pied Tamarin, *Saguinus bicolor*. *International Journal of Primatology* 38: 642-655.

Sohrabi, C., G. Mathew, T. Franchi, A. Kerwan, M. Griffin, J. S. Del Mundo, S. A. Ali, M. Agha e R. Agha. 2021. Impact of coronavirus (COVID-19) pandemic on scientific research and implications for clinical academic training – a review. *International Journal of Surgery* 86: 57-63.

Surlykke, A., P. E. Nachtigall, R. R. Fay, and A. N. Popper. 2014. Biosonar, Springer handbook of auditory research 51. Pages 1–9 in A. Surlykke, P. E. Nachtigall, R. R. Fay, and A. N. Popper, editors. *Biosonar, Springer handbook of auditory research 51*.

Suthers, R. A. e J. M. Fattu. 1973. Mechanisms of sound production by echolocating bat. *American Zoologist* 13: 1215-1226.

Teixeira D., Maron M. e van Rensburg B. J. 2019. *Conservation Science and Practice* 2019; e72: 1-15.

Thorington Jr, R. W., J. C. Ruiz e J. F. Eisenberg. 1984. A study of a black howling monkey (*Alouatta caraya*) population in northern Argentina. *American Journal of Primatology* 6: 357-366.

Titley, M. A., J. L. Snaddon, and E. C. Turner. 2017. Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate

regions. *PlosOne* 12:1–14.

Trillmich, F. 1981. Mutual mother-pup recognition in Galápagos fur seals and sea lions: cues used and functional significance. *Behaviour* 78(1/2): 21-42.

Turesson, H. K. e S. Ribeiro. 2015. Can vocal conditioning trigger a semiotic ratchet in marmosets? *Frontiers in Psychology* 6: 1519.

Turesson, H. K., S. Ribeiro, D. R. Pereira, J. P. Papa, V. H. C. Albuquerque. 2016. Machine learning algorithms for automatic classification of marmoset vocalizations. *PlosOne* 11(9): e0163041.

UNESCO 2020. Global Investments in R&D. UNESCO Institute for Statistics estimates. UIS Fact Sheet N° 59.

Verjat, A., H. G. Rödel e C. Féron. 2019. Isolation calls in house mouse pups: individual consistency across time and situations. *Developmental Psychobiology* 00: 1-11.

Weilgart, L. e H. Whitehead. 1988. Distinctive vocalizations from mature male sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Canadian Journal of Zoology* 66: 1931-1937.

Winter, P., D. Ploog, and J. Latta. 1966. Vocal repertoire of the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*), its analysis and significance. *Experimental Brain Research* 1:359– 384.

Woods B. 2000. Beauty and the beast: Preferences for animals in Australia. *The Journal of Tourism Studies* 11(2): 25-35.

Wright D. L., Berchok C. L., Crance J. L. e Clapham P. J. 2019. Acoustic detection of the critically endangered North Pacific right whale in northern Bering Sea. *Marine Mammal Science* 35(1): 311-326.

Yamaguchi, C., A. Izumi e K. Nakamura. 2010. Time course of vocal modulation during isolation in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *American Journal of Primatology* 72: 681-688.

Ybarra, M. A. S. 1986. Loud calls of adult male red howling monkeys (*Alouatta seniculus*). *Folia Primatologica* 47: 204-216.

Yoh, N. P. Syme, R. Rocha, C. F. J. Meyer e a. López-Baucells. 2020. Echolocation of Central Amazonian ‘whispering’ phyllostomid bats: call design and interspecific variation. *Mammal Research* 65: 583-597.

Zürcher, Y. e J. M. Burkart. 2017. Evidence for dialects in three captive populations of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *International Journal of Primatology* 38: 780-793.

6. Conclusão geral

Depois de mais de 60 anos de pesquisa sobre vocalizações de aves e mamíferos houve crescimento do interesse na comunicação acústica em ambos grupos, refletidos no número de publicações e de autores. Vieses taxonômicos e geográficos emergiram em razão de algumas das espécies e países terem um número maior de publicações. Estudou-se muito mais Passeriformes e Cetartiodactyla. Estas lacunas todas, foram agravadas por aqueles estudos únicos, para dadas espécies e, muitos deles bastante antigos. Nada mais fora acrescentado depois destes estudos pioneiros para algumas espécies. Enquanto outros grupos, como por exemplo, os Columbiformes e Carnivora, em que algumas de suas espécies estão em grave risco de extinção, pouca atenção receberam.

Os estudos vieram sendo realizados na maior parte, por pessoas sediadas em instituições estrangeiras à América do Sul. Países da América do Sul têm publicado pouco, com exceção do Brasil. Em aves a maior parte dos estudos publicados sobre vocalizações foram relacionados à área do comportamento animal. Com o tempo as descrições das vocalizações se tornaram bastante contributiva também em outras disciplinas, como por exemplo, em Taxonomia. Em mamíferos, parece necessário ainda fechar lacunas com estudos de descrições de vocalizações puras, de entender repertórios, uma vez que são poucas as espécies estudadas e pouco se sabe sobre repertórios vocais e, o papel que ele tem na comunicação de cada grupo taxonômico. Apesar dos esforços, realmente tem-se estudado um percentual pequeno da biodiversidade destes dois grupos neotropicais. Sabemos que a bioacústica não é uma ciência recente e teve como berço o Hemisfério Norte. E por isso, a maior parte dos autores que assinaram os estudos foram provenientes de lá e, com economias mais ricas e grandes investidores em pesquisa científica. Só mais tardiamente um interesse no estudo das vocalizações emergiu por parte dos autores sul-americanos, mas também com vieses de regionalismo, como vimos para o Brasil. Algumas regiões, até mesmo pelo pioneirismo, dominando mais as publicações do que outras, como o Sudeste e Sul. À disposição dos autores inúmeras revistas, com a grande maioria estrangeiras e até centenárias, mas também houve surgimento de mais novas, algumas delas oriundas do próprio continente.

Assim, esta revisão buscou lançar um pouco mais de luz sobre o quanto de fato temos avançado e por onde deveremos caminhar para tentar ir fechando as lacunas sobre o conhecimento das vocalizações. O futuro parece promissor,

uma vez que deveremos investir mais no capital humano voltado à pesquisa bioacústica. Ainda temos muito o que fazer, principalmente para mamíferos, mesmo sendo um grupo carismático e bastante estudado a nível global. Ele está em situação desfavorável em relação às aves. Isto porque seus vieses foram mais pronunciados em razão das repetições de espécies e por se ter estudado menos espécies quando comparados às aves. Logo, a formação de mais ornitólogos acústicos e mastozoólogos acústicos é pertinente no presente e no futuro. A descentralização geográfica, por exemplo para o Brasil, criando centros de pesquisa deste ramo do comportamento animal para outras regiões, também seria conveniente. Isto porque a biodiversidade é ampla, temos endemismos, as vocações dos institutos, podemos otimizar a logística e reduzir custos de pesquisa.