

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GESTÃO E
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

DAIANA ELISA MEURER

AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS FORNECIDOS
PELA AVIFAUNA EM ÁREA SOB INTERFERÊNCIA DE ATIVIDADE MINERADORA
EM LEITO DE CURSO HÍDRICO.

Daiana Elisa Meurer

**Avaliação da manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos
pela avifauna em área sob interferência de atividade mineradora em
leito de curso hídrico.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para o título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Andreas Köhler

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Lobo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Roos Ambiental, empresa parceira deste projeto, e, em especial, ao colega Lisandro Guterres, que me acompanhou com paciência em todas as saídas de campo, contribuindo para a realização desta pesquisa.

Agradeço sinceramente aos meus orientadores, Prof. Dr. Andreas Köhler e Prof. Dr. Eduardo Lobo, pela orientação, paciência e constante apoio ao longo de todo o processo. Seus conhecimentos, conselhos e parceria foram fundamentais para o desenvolvimento e a consolidação deste trabalho.

À minha família, deixo meu eterno agradecimento pelo amor, compreensão e incentivo. O apoio de vocês foi essencial para que esta jornada pudesse ser concluída.

Por fim, agradeço à Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), ao CNPq e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Este estudo investiga o papel ecológico das aves e sua importância na provisão de serviços ecossistêmicos para a conservação da biodiversidade. A pesquisa estruturou-se em duas etapas: uma revisão bibliométrica e um estudo de campo aplicado. A análise bibliométrica (2020–2025) revelou um cenário global liderado por China e EUA, com foco nos impactos da intensificação agrícola, evidenciando, contudo, uma carência na quantificação direta dos serviços prestados pela avifauna. O estudo de campo avaliou a comunidade de aves no Rio Vacacaí, comparando áreas com (CM) e sem mineração (SM) de areia. Foram registradas 104 espécies (37 famílias), com eficiência amostral de 82,54% (Jackknife 1). Os resultados apontaram maior diversidade na área CM (Shannon-Weaver: 3,317) e maior riqueza relativa na área SM (Margalef: 9,122). A estrutura da comunidade apresentou variação sazonal significativa ($p = 0,029$), com o ordenamento NMDS indicando coesão no inverno e dispersão no verão. Predominaram os insetívoros (32,7%) e espécies de baixa sensibilidade a distúrbios (72,4%). Conclui-se que a sazonalidade, e não a mineração isoladamente, é o principal fator estruturante da comunidade local, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo para a manutenção das funções ecológicas na região.

Palavras-chave: Biodiversidade; Bioindicadores; Conservação; Funções Ecológicas; Diversidade Ecológica.

ABSTRACT

This study investigates the ecological role of birds and their importance in providing ecosystem services for the conservation of biodiversity. The research was structured in two phases: a bibliometric review and an applied field study. The bibliometric analysis (2020–2025) revealed a global landscape led by China and the U.S., focusing on the impacts of agricultural intensification, yet highlighting a lack of direct quantification of the services provided by birdlife. The field study assessed the bird community along the Vacacaí River, comparing areas with (CM) and without sand mining (SM). A total of 104 species (37 families) were recorded, with a sampling efficiency of 82.54% (Jackknife 1). The results indicated greater diversity in the CM area (Shannon-Weaver: 3.317) and greater relative richness in the SM area (Margalef: 9.122). Community structure showed significant seasonal variation ($p = 0.029$), with NMDS clustering indicating cohesion in winter and dispersion in summer. Insectivores (32.7%) and species with low sensitivity to disturbances (72.4%) predominated. It is concluded that seasonality, and not mining alone, is the main structuring factor of the local community, reinforcing the need for continuous monitoring to maintain ecological functions in the region.

Keywords: Biodiversity; Bioindicators; Conservation; Ecological Functions; Ecological Diversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização dos pontos de amostragem ao longo do rio, classificados segundo o uso e cobertura do solo (Agrícola/Campestre, Fisiográfico e Florestal) e a presença ou ausência de atividades de mineração.	15
--	----

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos específicos.....	Error! Bookmark not defined.
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
4. METODOLOGIA	14
REFERÊNCIAS	Error! Bookmark not defined.

1. INTRODUÇÃO

As aves são um dos grupos de vertebrados terrestres mais diversos e mais conhecidos do planeta, contando atualmente com mais de 12 mil espécies. A maior parte da diversidade de espécies de aves foi descrita entre os séculos XVIII e XIX, mas novas espécies continuam sendo descritas todos os anos. Estes animais são onipresentes, ocupando todo o planeta nas mais diversas condições (LEES *et al.*, 2022), graças às suas características fisiológicas e morfológicas (WANG *et al.*, 2021), sendo o ápice de sua diversidade localizado nos trópicos. Latitudes mais baixas acarretam no aumento da temperatura e na disponibilidade de água e alimentos, o que reflete no aumento da riqueza de espécies de aves.

A região Neotropical destaca-se pela diversidade de aves, contando com mais de 4.194 espécies, quase metade das espécies de aves do mundo (CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY, 2018). Dos 10 países com maior número de espécies de aves registradas, 6 estão localizados na região Neotropical, sendo eles a Colômbia (1873), Peru (1861), Brasil (1816), Equador (1626), Bolívia (1440), e a Venezuela (1386). Em consequência da alta diversidade de espécies desta região, estes países também abrigam o maior número de espécies endêmicas e ameaçadas. O Brasil, o maior destes países em área, se destaca por conter o maior número de espécies endêmicas, totalizando 268 (15% do total de espécies). O país também se sobressai como o detentor de 149 espécies ameaçadas (CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY, 2018).

A posição das aves como organismos indicadores de qualidade ambiental se reflete na situação problemática do declínio populacional nas regiões neotropicais. A expansão da agricultura na América do Sul, África e Ásia Tropical tem sido consideravelmente maior em comparação com outras regiões do mundo. No Brasil, país com maior expansão de culturas de soja e cana de açúcar, florestas, savanas e campos naturais estão sendo os ambientes mais impactados pela expansão da agricultura (GARDNER *et al.* 2008).

Embora as aves possuam facilidade de se adaptar a novos ambientes, a expansão de lavouras e pastagens representa uma das maiores ameaças à biodiversidade global, sendo responsável pelo declínio populacional de 74% de todas as aves globalmente ameaçadas (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018).

A extinção de uma espécie ocorre a partir de um declínio progressivo na abundância e na distribuição geográfica. A população vai ficando menor e mais isolada, se tornando mais

suscetível a morte natural ou antrópica, e sua contribuição para os serviços ecossistêmicos se torna insignificante. Por consequência, sua genética, resiliência e importância para os seres humanos é perdida. Com o tempo a população se torna tão pequena que não é mais possível se reproduzir (CEBALLOS; EHRLICH; RAVEN, 2020).

Os serviços ecossistêmicos são benefícios que a natureza proporciona aos seres humanos. Existem quatro tipos de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação, culturais e de suporte (WHELAN; WENNY; MARQUIS, 2008). As aves desempenham um papel crucial como bioindicadores e fornecedores de serviços ecossistêmicos (*Millenium Ecosystem Assessment*, 2003). Elas contribuem para a ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes, provisão de alimentos, controle de pragas e polinização, além de oferecerem benefícios culturais (WHELAN; WENNY; MARQUIS, 2008).

Sendo o grupo de vertebrados mais biodiverso, as aves são o grupo ideal para a avaliação dos serviços ecossistêmicos. No entanto, poucas pesquisas sobre os serviços ecossistêmicos providos pelas aves são realizadas, principalmente porque esses serviços são difíceis de quantificar (WENNY *et al.*, 2011).

A extração de areia em rios, é um serviço econômico essencial para a construção civil, é uma atividade altamente impactante que gera consequências ambientais significativas. Desde a remoção de vegetação e solo até a alteração da calha dos rios, a mineração afeta a qualidade da água e do solo, provoca erosão e prejudica a fauna aquática e terrestre, incluindo aves, sensíveis a alterações em seu habitat (MECHI; SANCHES, 2010; LELLES *et al.*, 2005). A poluição sonora gerada por dragas e embarcações interfere na comunicação acústica das aves, comprometendo reprodução, alimentação, migração e interação social, com efeitos em cascata sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (CATCHPOLE; SLATER, 2008; BREGMAN *et al.*, 2016). Assim, apesar de sua importância econômica, a mineração de areia evidencia a necessidade de compreender e mitigar seus impactos sobre a avifauna e os ecossistemas, garantindo a manutenção da diversidade biológica e a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais (RENTIER; CAMMERAAT, 2022).

Diante desse cenário de crescente pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais, torna-se fundamental compreender como atividades potencialmente degradadoras influenciam a manutenção das funções ecológicas e dos benefícios que os sistemas naturais fornecem à sociedade. Nesse contexto, o presente estudo tem como propósito investigar de forma integrada

a manutenção dos serviços ecossistêmicos providos pela avifauna em ambientes submetidos à degradação ambiental decorrente da mineração de areia em leito de cursos hídricos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os impactos da mineração de areia na manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela avifauna do Rio Vacacaí, RS.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar a produção científica nacional e internacional relacionada aos serviços ecossistêmicos associados à avifauna, analisando tendências temporais de publicação, produtividade de autores, países e instituições, relevância de periódicos e padrões de colaboração e estrutura temática por meio de análise bibliométrica;
- b) Realizar o levantamento qualitativo e quantitativo da comunidade de aves em trechos com e sem atividade mineradora;
- c) Analisar a riqueza, composição e funções ecológicas da avifauna;
- d) Classificar os serviços ecossistêmicos providos pela comunidade de aves.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo o IPBES (2019), o conceito de serviços ecossistêmicos foi ampliado para o de Contribuições da Natureza para as Pessoas (NCP – *Nature's Contributions to People*), definido como todas as contribuições, positivas ou negativas, que a natureza fornece para a qualidade de vida humana. Essa abordagem incorpora dimensões ecológicas, sociais, culturais e espirituais, reconhecendo diferentes sistemas de conhecimento e enfatizando a relação dinâmica entre natureza e sociedade.

Segundo Gaston (2022), a provisão dos serviços ecossistêmicos está sendo gravemente comprometida pelo declínio na abundância e distribuição de espécies, porém a própria provisão destes serviços pode estar contribuindo para a perda da biodiversidade através da sua exploração insustentável, como a caça e captura de espécimes, e a perturbação e mortalidade decorrentes da observação de aves.

O segundo grupo de serviços ecossistêmicos mediados pelas aves trata de benefícios que os seres humanos obtêm por meio da regulação de processos do ecossistema. O enfoque, atualmente, está no controle de pragas, realizado através do forrageamento, que inclui a eliminação de plantas daninhas, consumidas pelas aves granívoras; insetos, consumidos pelas aves insetívoras; e roedores, consumidos por aves de rapina. Segundo Wenny *et al.* (2011), estudos demonstram que a exclusão de aves de sistemas agrícolas ocasiona aumento de pragas e redução da produtividade. A necrofagia também é um serviço de regulação, que colabora com o fluxo de nutrientes, além de remover carcaças do ambiente e mitigando a propagação de doenças (GASTON, 2022).

As aves também auxiliam no processo de polinização, importante serviço de regulação que sustenta a produção agrícola no mundo todo. Cerca de 900 espécies de aves polinizam plantas, apesar de poucas espécies de plantas dependerem unicamente da polinização aviária (GASTON, 2022).

O terceiro grupo de serviços ecossistêmicos abrange os serviços de suporte, benefícios diretos aos seres humanos, que são essenciais para a manutenção dos ecossistemas, da biodiversidade e da produtividade. A dispersão de sementes é um serviço de suporte fundamental provido por animais frugívoros, caracterizando-se pelo transporte de sementes para longe da planta de origem. É um serviço ecossistêmico que impulsiona o fluxo gênico e promove a recuperação vegetal de áreas degradadas (GASTON *et al.*, 2018).

Todos os animais desempenham papéis fundamentais na ciclagem de nutrientes, outro serviço de suporte. As aves, por sua vez, devido a sua ampla distribuição, são capazes de contribuir substancialmente para este fluxo, e podem movimentar os nutrientes a maiores distâncias que os demais táxons animais (GASTON, 2022).

Através de atividades como caça, falcoaria, observação de aves e ecoturismo, as aves contribuem para o bem-estar físico, psicológico e social dos seres humanos, com os serviços cu (GASTON *et al.*, 2018). Embora esta categoria de serviço ecossistêmico seja difícil de quantificar, pode ser até mais importante que os serviços tangíveis ou os benefícios econômicos (CHAN *et al.*, 2012).

Os rios do mundo transportam cerca de 37.000 km³ de água, além de sedimentos e minerais (DAI; TRENBERTH, 2002). As pressões antrópicas do último século, relacionadas ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e a urbanização resultam em um aumento na demanda por estes recursos naturais fluviais, destinados principalmente a construção civil (BEST, 2019). Desde 1970 a demanda por areia e cascalho provenientes dos rios sofreu aumento severo, com a demanda ultrapassando a oferta (PEDUZZI, 2014).

A areia é um serviço econômico, extraída de ambientes aquáticos como rios e costas. Depois da água, é o recurso natural mais consumido no mundo, e a alta demanda acabou tornando a mineração de areia em leito de curso hídrico um problema ambiental global, uma vez que os impactos de sua extração são graves e afetam o ecossistema, a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos (RENTIER; CAMMERAAT, 2022).

Apesar de ser uma atividade econômica de suma importância, sua fama se dá como atividade impactante, pois durante sua execução está sujeita a eliminação de vegetação das margens dos rios, remoção de solo, expondo o local a processos erosivos, prejudicando especialmente os cursos hídricos (MECHI; SANCHES, 2010).

A mineração de areia em leito de curso hídrico causa uma série de impactos negativos, desde a depreciação da qualidade do ar, aumento da turbidez da água, contaminação da água por óleos e graxas, alteração da calha original do rio, depreciação da qualidade do solo, processos erosivos, danos a microbiota do solo e da água, estresse a fauna aquática, estresse a fauna silvestre, entre outros (LELLES *et al.*, 2005). Todos esses impactos trazem consequências graves para animais sensíveis a interferências no habitat, como as aves (ICMBIO, 2018).

A humanidade depende fortemente de ecossistemas funcionais e de um fluxo constante de serviços ecossistêmicos da natureza para a sociedade. A extração de areia, apesar de ser um

serviço de provisão, demonstra afetar toda uma rede de serviços ecossistêmicos e, portanto, a disponibilidade dos mesmos (RENTIER; CAMMERAAT, 2022). Diante deste cenário é essencial compreender os impactos da atividade mineradora sobre a avifauna, visando sua preservação e assegurando a provisão dos serviços ecossistêmicos que elas desempenham (BREGMAN *et al.*, 2016).

4. METODOLOGIA

Este trabalho visou a produção de dois artigos científicos:

ARTIGO 1 - Aves e serviços ecossistêmicos: um panorama bibliométrico da produção científica.

ARTIGO 2 – Avaliação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela avifauna em área sob interferência de atividade mineradora no Rio Vacacaí, RS, Brasil.

O primeiro artigo foi uma revisão bibliométrica de literatura, utilizando dados quantitativos para analisar as produções bibliográficas sobre a provisão de serviços ecossistêmicos pelas aves e sua importância para a conservação da biodiversidade. Para esta revisão foram analisados artigos entre os anos de 2020 e 2025, no banco de dados Web of Science, considerando as palavras-chave “*bird**”, “*ecosystem service**”, “*biodiversity*” e “*conservation*”. Para a elaboração das nuvens de palavras-chave utilizou-se o *software* VOSViewer versão 1.6.20 (VAN ECK; WALTMAN, 2023).

O segundo artigo abordou a parte experimental. O estudo foi conduzido no Rio Vacacaí, localizado na Bacia Hidrográfica Vacacaí–Vacacaí Mirim, região central do Rio Grande do Sul, abrangendo áreas entre os municípios de Restinga Sêca e Cachoeira do Sul. As amostragens foram realizadas em 12 pontos distribuídos igualmente entre duas seções do rio — uma com atividade mineradora de areia (CM) e outra sem mineração (SM) — e em três tipos de habitats (campestre, fisiográfico e florestal). As coletas seguiram o método de Pontos Fixos/Pontos de observação, com um observador que permaneceu 10 minutos em cada ponto, em horário das 5:30 às 10 hrs. As saídas a campo foram realizadas em quatro estações do ano, totalizando duas visitas por estação, e optou-se por realizar as campanhas apenas em dias ensolarados, devido à dificuldade de locomoção a barco em dias de chuva.

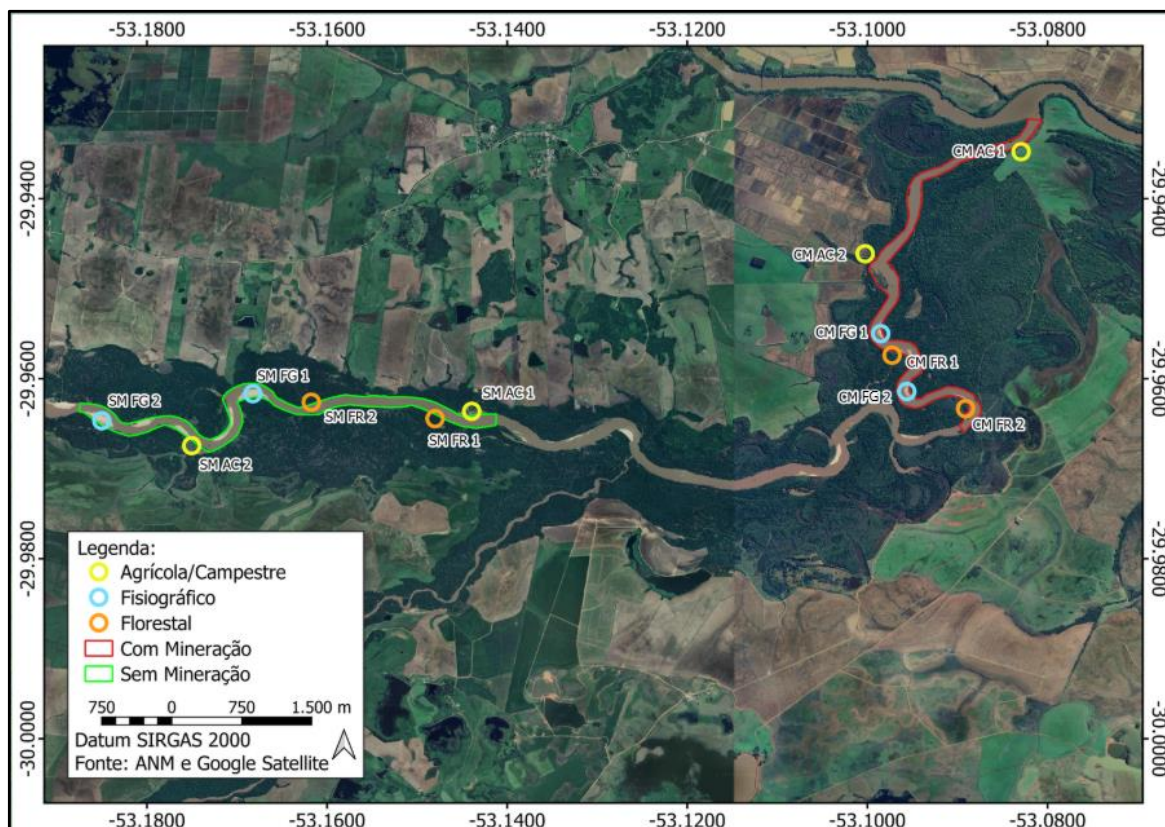


Figura 1- Localização dos pontos de amostragem ao longo do rio, classificados segundo o uso e cobertura do solo (Agrícola/Campestre, Fisiográfico e Florestal) e a presença ou ausência de atividades de mineração.

A determinação das espécies em campo baseou-se no guia Aves do Rio Grande do Sul (JACOBS; FENALTI, 2020), com auxílio complementar do software Merlin. Para a organização taxonômica e atualização da nomenclatura científica, adotou-se a base de dados Avilist (2025).

A caracterização da estrutura biológica foi realizada por meio de métricas de biodiversidade calculadas no software PAST (versões 4.0 e 5.3): riqueza e diversidade foram determinadas através dos Índices de Shannon-Weaver e de Margalef (SHANNON 1948; SHANNON; WEAVER 1949), e a uniformidade pelo Índice de Equitabilidade de Pielou (PIELOU, 1966). Ainda se aplicou o Índice de Berger-Parker para determinar a dominância das espécies (BERGER; PARKER, 1970).

A abundância relativa de cada táxon foi estimada por meio do Índice Pontual de Abundância (IPA), seguindo a proposição de Blondel *et al.* (1970). No âmbito funcional, as aves foram agrupadas em guildas alimentares conforme a classificação de Sigrist (2013),

abrangendo oito categorias alimentares. Também foram considerados os comportamentos migratórios das espécies (JACOBS; FENALTI, 2020).

Adicionalmente, avaliou-se a vulnerabilidade ambiental das espécies com base nos critérios de Stotz *et al.* (1996), categorizando-as em alta, moderada ou baixa sensibilidade, de acordo com sua dependência de habitats conservados ou tolerância a perturbações antrópicas.

Para agrupar as áreas e habitats conforme suas semelhanças, utilizou-se o Método de Ward (1963). As variações sazonais na composição da comunidade foram testadas via PERMANOVA, utilizando a matriz de Bray-Curtis. A visualização espacial dessas relações foi feita através do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS).

Por fim, a suficiência do esforço amostral foi validada através da Curva de Acumulação de Espécies (Curva do Coletor), com complementação de Jackknife, para projetar a riqueza esperada (SCHILLING; BATISTA, 2008). Adicionalmente, avaliou-se a vulnerabilidade ambiental das espécies com base nos critérios de Stotz *et al.* (1996), categorizando-as em alta, moderada ou baixa sensibilidade, de acordo com sua dependência de habitats conservados ou tolerância a perturbações antrópicas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. R. *et al.* Bird sensitivity to disturbance as an indicator of forest patch conditions: an issue in environmental assessments. **Ecological Indicators**, v. 66, p. 369–381, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.006>
- ANDERSON, M. J.; WALSH, D. C. I. PERMANOVA, ANOSIM, and Mantel tests in the face of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing? **Ecological Monographs**, v. 83, n. 4, p. 557-574, 2013.
- APFELBECK, B. *et al.* Designing wildlife-inclusive cities that support human-animal co-existence. **Landscape and Urban Planning**, v. 200, p. 103817, 2020. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103817
- AVILIST CORE TEAM. **AviList: The Global Avian Checklist**, 2025. <https://doi.org/10.2173/avilist.v2025>
- AZEVEDO, M. A. G.; DI-BERNARDO, M. História natural e conservação do gavião-tesoura, *Elanoides forficatus*, na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 81-88, 2005.
- BARBIERI, E.; PINNA, F. V. Distribuição da Batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*) durante o período de 1999 a 2001 na praia da Ilha Comprida. **Revista Brasileira de Ornitologia**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 25–31, 2005.
- BARLOW, J. *et al.* Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 18555–18560, 2007. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703333104>
- BERGER, W. H., PARKER, F. L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. **Science**, v.168, n. 3937, p. 1345-1347, 1970. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.168.3937.1345>
- BEST, J. Anthropogenic stresses on the world's big rivers, **Nature Geoscience**, v. 12, p. 7–21. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0262-x>, 2019.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. DataZone – Search Species. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/search>. Acesso em: ago. 2025.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/search>. 2020. Acesso em: jun. 2025.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. State of the world's birds: taking the pulse of the planet. BirdLife International, Cambridge, UK, 2018.

- BLONDEL, J.; FERRY, J.; FROCHOT, B. La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". **Alauda**, Paris, v. 38, pp. 55-71, 1970.
- BOETZL, F. A. *et al.* A multitaxa assessment of the effectiveness of agri-environmental schemes for biodiversity management. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 118, n. 10, p. e2016038118, 2021. DOI: 10.1073/pnas.2016038118.
- BREGMAN, T. *et al.* Using avian functional traits to assess the impact of land-cover change on ecosystem processes linked to resilience in tropical forests. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 283, n. 1844, 2016.
- BUECHLEY, E. R.; ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. The avian scavenger crisis: looming extinctions, trophic cascades, and loss of critical ecosystem functions. **Biological Conservation**, v. 198, p. 220-228, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.04.001>
- CATCHPOLE, C.; SLATER, P. **The Study Of Bird Song**. (BIRD SONG: BIOLOGICAL THEMES AND VARIATIONS, 2ND EDITION, Cambridge University Press, p. 1-18, 2008.
- CEBALLOS, G.; EHRLICH, P.; RAVEN, P. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 24, p. 13596-13602, 2020.
- CHAN, K. *et al.* Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement. **Bioscience**, v. 62, n. 8, p. 744-756, 2012.
- CLARAMUNT, S. *et al.* A new time tree of birds reveals the interplay between dispersal, geographic range size, and diversification. **Current Biology**, v. 35, n. 16, p. 3883-3895, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.07.004>
- CORNELL LAB OF ORNITHOLOGY, Website, <https://neotropical.birds.cornell.edu/Species-Account/nb/species>, 2018. Acesso em: ago. 2025.
- DAI, A.; TRENBERTH, K. Estimates of freshwater discharge from continents: Latitudinal and seasonal variations. **Journal of Hydrometeorology**, v. 3, n. 6, p. 660-687, 2002.
- DEVAULT, T.L. *et al.* Ecosystem services provided by avian scavengers. In: ŞEKERCIOĞLU, Çagan H.; WENNY, David G.; WHELAN, C.J. (orgs.). *Why birds matter: avian ecological function and ecosystem services*. **University of Chicago Press**, Chicago, p. 235-270, 2016
- ESTRADA-CARMONA, N. *et al.* Complex agricultural landscapes host more biodiversity than simple ones: A global meta-analysis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 119, n. 38, 2022.

- GARDNER, T.A. *et al.* The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, v. 11, p. 139–150, 2008.
- GASTON, K. Birds and ecosystem services. Cell Press, **Current Biology**, v. 32, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.07.053>
- GASTON, K. *et al.* Population Abundance and Ecosystem Service Provision: The Case of Birds. **Bioscience**, v. 68, n. 4, p. 264-272, 2018.
- GASTON, K. J. Biodiversity and extinction: the importance of being common. **Progress in Physical Geography**, v. 34, n. 3, p. 337–357, 2010.
- GASTON, K. J. Birds and ecosystem services. **Current Biology**, v. 32, n. 20, p. R1163-R1166, 2022.
- GASTON, K. J. Valuing Common Species. **Science**, v. 327, n. 5962, p. 154-155, 2010.
- GREGORY, R. *et al.* Developing indicators for European birds. **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 269-288, 2005.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 2001.
- ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III – Aves**. 1. ed. Brasília, DF, ICMBio, 2018, p. 709.
- IGNATIEVA, Maria; HAASEN, S.; DUSHKOVA, D.; HAASE, D. Lawns in cities: from a globalised urban green space phenomenon to sustainable nature-based solutions. **Land**, v. 9, n. 3, 2020. <https://doi.org/10.3390/land9030073>
- INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Editado por **Eduardo S. Brondízio; Josef Settele; Sandra Díaz; Hien T. Ngo**. Bonn: IPBES Secretariat, 2019.
- JACOBS, F.; FENALTI, P. Guia de Identificação: Aves do Rio Grande do Sul. **Editora Aratinga**, Pelotas, 2020.
- KITIKIDOU, K. *et al.* Using biodiversity indices effectively: considerations for forest management. **Ecologies**, v. 5, n. 1, p. 42–51, 2024. <https://doi.org/10.3390/ecologies5010003>
- LEES A. C.; PERES, C. A. Gap-crossing movements predict species occupancy in Amazonian forest fragments. **Oikos**, v. 118, p. 280–290, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16842.x>
- LEES, A. *et al.* State of the World's Birds. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 47, p. 231-260, 2022.

- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 3rd Edition, Elsevier, 2012.
- LELLES, L. C. *et al.* Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 439-444, 2005.
- LIMA, D. M.; ALVES DE SOUSA, A. E. B.; ARAUJO, H. F. P. DE. Variação temporal na detecção de aves ameaçadas de extinção na Mata Atlântica do Norte. **Zoologia** (Curitiba), v. 42, 2025. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v42.e24019>
- MAAS, B. *et al.* Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. **Biological Reviews**, v. 91, n. 4, p. 1081-1101, 2016.
- MAGURRAN, A. E. *Measuring Biological Diversity*. 2nd edition. Oxford: **Blackwell Publishing**, 2013.
- MARGALEF, R. *Perspectives in Ecological Theory*. Chicago: **University of Chicago Press**, 1958.
- MARTINS-OLIVEIRA, L. Forrageamento de *Pitangus sulphuratus* e de *Tyrannus melancholicus* (Aves: Tyrannidae) em habitats urbanos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 1038–1050, 2012.
- MATSINOS, Y.; WOLFF, W. An individual-oriented model for ecological risk assessment of wading birds. **Ecological Modelling**, v. 170, n. 2-3, p. 471-478, 2003.
- MATUOKA, M. *et al.* Effects of anthropogenic disturbances on bird functional diversity: A global meta -analysis. **Ecological Indicators**, v. 116, 2020.
- MECHI, A.; SANCHES, D. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100016>
- MELO, M. A.; SILVA, M. A. G.; PIRATELLI, A. J. Improvement of vegetation structure enhances bird functional traits and habitat resilience in an area of ongoing restoration in the Atlantic Forest. **Anais Da Academia Brasileira De Ciências**, v. 92, n. 1, 2020.
- MENCATO, A. A.; TRECO, F. R. Estrutura e composição da avifauna em um ambiente rural no sul do Brasil. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 12-20, 2016.
- MESSEDER, J. V. S. *et al.* Frugivory and seed dispersal in a hyperdiverse plant clade and its role as a keystone resource for the Neotropical fauna. **Annals of Botany**, v. 127, n. 5, 577–595, 2021. <https://doi.org/10.1093/aob/mcaa189>
- MICHAEL, N.; WHELAN, C.; VERUTES, G. Ecosystem services provided by Neotropical Birds. The Condor, **Ornithological Applications**, v. 122, n. 3, p. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.1093/condor/duaa022>

- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Washington, DC: **Island Press**, 2003.
- MIRANDA, L. *et al.* Combining connectivity and species distribution modeling to define conservation and restoration priorities for multiple species: A case study in the eastern Amazon. **Biological Conservation**, v. 257, 2021.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.
- PACHECO, J. F. *et al.* Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – segunda edição. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.
- PEDUZZI, P. Sand, rarer than one thinks, **Environmental Science, Geology**, v. 11, 208–218, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2014.04.001>.
- PHALAN, B. *et al.* Crop Expansion and Conservation Priorities in Tropical Countries. **Plos One**, v. 8, n. 1, 2013.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, [S.l.], v. 13, p. 131-144, 1966. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- PIRATELLI, A.; SOUSA, D.; CORREA, J. Searching for bioindicators of forest fragmentation: passerine birds in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 259-268, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000200006>
- PIZO, M. *et al.* Frugivory Specialization in Birds and Fruit Chemistry Structure Mutualistic Networks across the Neotropics. **American Naturalist**, v. 197, n. 2, p. 236-249, 2021.
- QIN, S. *et al.* The geography of international conservation interest in South American deforestation frontiers. **Conservation Letters**, v. 15, n. 1, 2022.
- RAINIO, J.; NIEMELÄ, J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. **Biodiversity And Conservation**, v. 12, n. 3, p. 487-506, 2003.
- RAMOS, D. L. *et al.* Forest and connectivity loss drive changes in movement behavior of bird species. **Ecography**, v. 43, p. 1203 a 1214, 2020. <https://doi.org/10.1111/ecog.04888>
- RENTIER, E.; CAMMERAAT, L. The environmental impacts of river sand mining. **Science of the Total Environment**, v. 838, p. 7, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155877>
- RICKLEFS, R. E.; JENKINS, D. G. Biogeography and ecology: towards the integration of two disciplines. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**, v. 366, n. 1576, p. 2438-48. 2011.

- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. G060- Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí - Vacacaí Mirim. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g060-bh-vacacai> . Acesso em 20 outubro 2025.
- SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. Rio Grande do Sul. Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí – Vacacaí Mirim. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g060-bh-vacacai>. Acesso em: 20 out. 2025.
- SHAHABUDDIN, G. *et al.* Decline in forest bird species and guilds due to land use change in the Western Himalaya. **Global Ecology and Conservation**, v. 25, p. e01447, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01447>
- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379-423, 1948.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. **Urbana: University of Illinois Press**, 1949.
- SIGRIST, T. Avifauna Brasileira: guia de campo. 2. ed. **Avis Brasilis**, São Paulo, 2013.
- SILVA, M. T. M. Riqueza e abundância relativa de aves de dois fragmentos de Cerrado na região central do estado de São Paulo. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Pp. 62. **Dissertação de Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais**, 2008.
- STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER, T. A.; MOSKOVITZ, D. A. Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: **The University of Chicago Press**, 1996.
- TEWS, J. *et al.* Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79-92, 2004. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00994.x>
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. VOSviewer: Visualizing scientific landscapes [software]. Leiden: **Centre for Science and Technology Studies (CWTS)**, Universiteit Leiden, 2023. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/> . Acesso em: ago. 2025.
- WANG, L. *et al.* Birds and plastic pollution: recent advances. **Avian Research**, v. 12, n. 1, 2021.
- WARD, J. H. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, n. 301, p. 236–244, 1963. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- WARTON, D. I., *et al.* Distance-based multivariate analyses confound location and dispersion effects. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, p. 89-101, 2012.

- WENNY, D. *et al.* The Need to Quantify Ecosystem Services Provided by Birds. **AUK**, v. 128, n. 1, p. 1-14, 2011.
- WESTMAN, W. E. How much are nature's services worth? **New Series**, v. 197, n. 4307, p. 960-964. 1977.
- WHELAN, C.; SEKERCIOGLU, Ç.; WENNY, D. Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. **Journal Of Ornithology**, v. 156, p. S227-S238, 2015.
- WHELAN, C.; WENNY, D.; MARQUIS, R. Ecosystem services provided by birds. **Ecology And Conservation Biology**. v. 978, n. 1, 2008.
- WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, v. 30, n. 3, p. 279-338, 1960.
- WILMAN, H. *et al.* EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. **Ecology**, v. 95, n. 7, p. 2027, 2014. <https://doi.org/10.1890/13-1917.1>