



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Ciências
Biológicas**
UEL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

YASMIN NAMIE SUZUKI

DIETA, DISPERSÃO E FRAGMENTAÇÃO: COMO AS CARACTERÍSTICAS DAS AVES MOLDAM SUA ABUNDÂNCIA E CONSERVAÇÃO NA FLORESTA ATLÂNTICA SEMIDECIDUAL

Londrina – Paraná
2025

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

YASMIN NAMIE SUZUKI

**DIETA, DISPERSÃO E FRAGMENTAÇÃO: COMO AS
CARACTERÍSTICAS DAS AVES MOLDAM SUA
ABUNDÂNCIA E CONSERVAÇÃO NA FLORESTA
ATLÂNTICA SEMIDECIDUAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz dos Anjos

Londrina – Paraná - 2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

S968d Suzuki, YASMIN NAMIE.

DIETA, DISPERSÃO E FRAGMENTAÇÃO: COMO AS CARACTERÍSTICAS DAS AVES MOLDAM SUA ABUNDÂNCIA E CONSERVAÇÃO NA FLORESTA ATLÂNTICA SEMIDECIDUAL / YASMIN NAMIE Suzuki. - Londrina, 2025.
37 f.

Orientador: Luiz dos Anjos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Fragmentação - TCC. 2. Abundância - TCC. 3. Aves - TCC. I. dos Anjos, Luiz. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz dos Anjos

Profa. Dra. Ana Paula Vidotto Magnoni

Prof. Dr. Fábio Farneda

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Julio

Londrina, 17 de fevereiro de 2025

AGRADECIMENTOS

Reconhecer aqueles que nos apoiam é, para mim, uma das partes mais significativas de qualquer conquista. Vivemos em sociedade, e é nas conexões que construímos que encontramos a força para seguir adiante. Nenhuma engrenagem se move sozinha: são as mãos coletivas que impulsionam nossas jornadas.

À minha família, em todas as suas formas e significados, dedico minha primeira palavra de gratidão. Mais do que laços sanguíneos, valorizo a presença e o apoio incondicional. À minha mãe, pelo cuidado, acolhimento e exemplo de resiliência; ao meu padrasto, pelas oportunidades que me proporcionou; a minha avó paterna; ao meu pai. A cada um de vocês, meu profundo obrigado pelo suporte financeiro e emocional, essenciais para que eu pudesse deixar o interior de São Paulo e me estabelecer sozinha no Paraná. Sem isso, não teria sido possível dedicar-me integralmente à graduação ou viver a universidade com a leveza que todo jovem merece.

À minha mãe, em especial, agradeço por ter sido muito mais do que um "papel materno". Você encarnou a essência do que significa ser mãe: proteção, incentivo e amor incondicional. Sei que isso não é uma realidade para todos, e por isso carrego seu exemplo como um dos maiores privilégios da minha vida.

À família que escolhi, em Londrina, direciono meu carinho eterno. Aos Vagalumes – meu núcleo mais íntimo –, Raquel, João Caetano, Suéllen e Gabi: obrigada por transformarem risos em alento e desafios em lições. Com vocês, amadureci, mas também aprendi que a leveza é tão vital quanto a seriedade. A Guilherme (Linguini) e ao Pedro, que chegaram depois, mas com igual importância: gratidão pelas tardes no restaurante universitário, pelos jantares improvisados em casa e pelas conversas que viraram memórias.

E ao Pedro, meu parceiro, que transbordou os limites da amizade para se tornar algo ainda mais especial: obrigada por construir conosco um relacionamento que equilibra serenidade e apoio mútuo. Em um momento tão intenso da minha vida, sua presença foi um porto seguro.

À UEL, instituição que me abraçou quando outras portas se fecharam, meu reconhecimento por cada aula, cada desafio acadêmico e cada experiência que moldou a bióloga que hoje me tornei. Mais do que diplomas, levo daqui lições que transcendem laboratórios e salas de aula.

À meu orientador, Professor Luiz, obrigada por me acolher no laboratório e a ser imensamente paciente com as minhas dificuldades.

A todos que cito aqui, e até aos que ficaram entre linhas: saibam que cada um de vocês é parte indelével dessa história.

SUZUKI, Yasmin Namie. **DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES DE AVES EM PAISAGENS FRAGMENTADAS DAS REGIÕES NORTE E OESTE DO ESTADO DO PARANÁ, SUL DO BRASIL.** 2024. 37 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

RESUMO

Perturbações antrópicas, como a fragmentação florestal, reduzem a biodiversidade local. As aves, excelentes indicadores ecológicos, permitem avaliar a resposta de suas comunidades a essas alterações. Este estudo obteve dados sobre aves resilientes à fragmentação da Floresta Sazonal Estacional Semidecidual nas regiões Norte e Oeste do Paraná, Brasil. A metodologia envolveu amostragem de dados em 25 fragmentos por pontos, em cinco pontos por fragmento, durante quatro dias consecutivos na primavera, resultando em valores do Índice Pontual de Abundância (IPA). As espécies foram classificadas como especialistas ou generalistas com base na proporção de sua dieta (dados de Wilman) e selecionadas apenas aquelas presentes em, pelo menos, 12 fragmentos para garantir representatividade. A especialização foi quantificada pelo coeficiente de Gini, que varia de 0 (generalistas) a 1 (especialistas). Adicionalmente, foram analisadas as relações entre o coeficiente de Gini e a ocorrência das espécies nos fragmentos, bem como entre esse coeficiente e medidas morfométricas das asas (obtidas do AVONET), utilizando correlações linear e de Spearman. Testes estatísticos, incluindo tabelas de contingência, foram realizados com o software PAST. Os resultados ressaltam a importância de investigar a interação entre especialização ecológica, características morfológicas e fragmentação de habitat, apontando para a necessidade de estudos futuros que incluam métricas de conectividade dos fragmentos e cobertura florestal do entorno.

Palavras-chave: Aves. Fragmentação. Abundância.

SUZUKI, Yasmin Namie. **DISTRIBUTION OF BIRD SPECIES ABUNDANCE IN FRAGMENTED LANDSCAPES OF THE NORTHERN AND WESTERN REGIONS OF THE STATE OF PARANÁ, SOUTHERN BRAZIL**. 2024. 34 pages. Undergraduate Thesis (Bachelor in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2025.

ABSTRACT

Anthropogenic disturbances, such as forest fragmentation, reduce local biodiversity. Birds, as excellent ecological indicators, enable the assessment of community responses to these alterations. This study gathered data on bird species resilient to fragmentation in the Seasonal Semi-deciduous Forest of northern and western Paraná, Brazil. The methodology involved point sampling (Bibby et al., 1996) at five points per fragment over four consecutive spring days, resulting in Point Abundance Index (IPA) values. Species were classified as specialists or generalists based on the proportion of their diet (data from Wilman) and only those occurring in at least 12 of the 25 fragments were selected to ensure representativeness. Specialization was quantified using the Gini coefficient, which ranges from 0 (generalists) to 1 (specialists). Additionally, relationships between the Gini coefficient and species occurrence in the fragments, as well as between this coefficient and wing morphometric measurements (obtained from AVONET), were analyzed using linear and Spearman correlations. Statistical tests, including contingency tables, were performed with the PAST software. The results underscore the importance of investigating the interplay between ecological specialization, morphological characteristics, and habitat fragmentation, highlighting the need for future studies that incorporate metrics of fragment connectivity and surrounding forest cover.

Keywords: Birds. Fragmentation. Abundance.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais ameaças das atividades humanas aos ecossistemas é a perda de biodiversidade, principalmente causada pela destruição de habitats (Ricklefs, 2010). A fragmentação florestal é o resultado do desmatamento, identificado quando um habitat contínuo e extenso é dividido em pequenas partes, manchas ou fragmentos isolados (Fahrig, 2003). Esse fenômeno reduz a área disponível para as espécies, criando ilhas de habitats em paisagens fragmentadas, o que dificulta o deslocamento, a reprodução e a sobrevivência de muitas delas. Em áreas de florestas tropicais, a fragmentação florestal tem sido uma das principais ameaças à biodiversidade. Esse processo impacta não apenas a riqueza de espécies, mas também a diversidade funcional das comunidades de aves. Funções ecológicas de espécies especialistas em dieta tendem a ser perdidas mais frequentemente que as de generalistas (Anjos et al., 2019). Porém, as generalistas não conseguem suprir com a mesma eficiência as funções desempenhadas por especialistas, o que reduz a funcionalidade do ecossistema, comprometendo serviços ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes e o controle de insetos (Anjos et al., 2019).

A ecologia das comunidades de aves é um campo de estudo que busca entender as interações entre as diferentes espécies e o ambiente em que vivem. Essas comunidades são formadas por aves com diferentes papéis ecológicos e níveis de adaptação, influenciadas por fatores como a disponibilidade de recursos, o clima e as condições do habitat; Os traços morfológicos das aves, como formato do bico e adaptações das asas, estão intrinsecamente ligados a funções ecológicas essenciais, incluindo dispersão de sementes e regulação de populações de insetos, serviços ecossistêmicos que podem ser comprometidos por extinções localizadas (Tobias; Ottenburghs; Pigot, 2020).

Entre as aves, existem espécies generalistas e especialistas. As espécies generalistas são aquelas capazes de se adaptar a uma ampla variedade de habitats e recursos alimentares, o que lhes confere uma maior resiliência diante das mudanças ambientais, como a fragmentação.

Por outro lado, as espécies especialistas dependem de condições específicas para sobreviver, seja em termos de habitat ou alimentar, o que as torna mais vulneráveis à perda e degradação de áreas florestais. Observa-se que a fragmentação florestal não afeta todas as espécies de maneira igual. Conforme destacado por Clavel, Julliard e Devictor (2011), o declínio global das espécies especialistas está contribuindo para uma homogeneização funcional em escala mundial, onde ecossistemas estão perdendo sua singularidade biológica e funcional. Isso ocorre porque as espécies generalistas, mais tolerantes a distúrbios, tendem a substituir as especialistas, que são mais sensíveis às alterações ambientais. Esse processo de homogeneização pode levar à simplificação das comunidades ecológicas, reduzindo a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais. Segundo Anjos et al. (2019), esse processo afeta de forma desproporcional espécies especialistas, que apresentam maior sensibilidade a mudanças no habitat devido à sua dependência de condições ambientais específicas. Em florestas fragmentadas, as aves especialistas tendem a perder traços funcionais únicos, reduzindo a funcionalidade dos ecossistemas, enquanto aves generalistas demonstram maior resiliências devido à sua flexibilidade ecológica. O estudo destaca a importância da conectividade entre os fragmentos e do tamanho das áreas remanescentes como fatores determinantes para a manutenção da diversidade taxonômica e funcional, reforçando a necessidade de estratégias de conservação

focadas na preservação de grandes fragmentos e na criação de corredores ecológicos para mitigar os impactos negativos da fragmentação.

A teoria da biogeografia de ilhas, proposta por MacArthur e Wilson (1967), historicamente explica a biodiversidade em ambientes isolados com base no equilíbrio entre taxas de imigração e extinção, influenciadas pelo tamanho do habitat e sua distância de fontes colonizadoras. Estudos recentes, como o de Bastidas-Urrutia (2023), ampliam essa perspectiva ao integrar traços funcionais das espécies, demonstrando que características morfológicas – como métricas das asas em aves – são determinantes para a capacidade de dispersão e, conseqüentemente, para a ocorrência em habitats mais distantes.

Neste estudo investigou-se a distribuição da abundância de espécies de aves que vivem em fragmentos de floresta sazonal semidecidual do norte e oeste do Paraná. Primeiramente, testou-se a correlação entre número de indivíduos de cada espécie que ocorria em cada um dos fragmentos florestais. Com base na Teoria da Metapopulação (Levins, 1969) e na relação positiva entre ocorrência e abundância proposta por Hanski (1991), espera-se que as espécies presentes em um maior número de fragmentos apresentem uma alta abundância. Isso ocorre porque a ampla distribuição espacial favorece a estabilidade populacional e reduz variações extremas de abundância entre os fragmentos ocupados. Além disso, de acordo com a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), a maior capacidade de dispersão e colonização dessas espécies pode contribuir para a manutenção de populações relativamente equilibradas em diferentes áreas. Buscou-se testar também se espécies generalistas em dieta e as com medidas de asa maiores tendem a apresentar abundância mais homogênea nos fragmentos. Assim, testou-se se características de dieta e de medidas de asa das espécies de aves

explicam a sensibilidade à fragmentação - algumas espécies são menos sensíveis à fragmentação, pois conseguem manter populações estáveis em múltiplos fragmentos.

As hipóteses são de que espécies generalistas em dieta, que podem utilizar uma variedade de recursos alimentares, e as que apresentam medidas de asa maiores, o que as permite se deslocar mais facilmente entre os fragmentos, sejam menos afetadas pela fragmentação. Neste caso elas teriam uma distribuição de abundância mais homogênea entre os fragmentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fragmentação de habitat

A fragmentação de habitats, processo pelo qual áreas contínuas de vegetação são divididas em fragmentos isolados devido a atividades humanas (e.g., agricultura, urbanização), é reconhecida como uma das maiores ameaças à biodiversidade global (Haddad et al., 2015). Seus efeitos incluem redução da área de habitat, aumento do isolamento entre fragmentos e exposição a bordas ecologicamente hostis (Laurance et al., 2002). Com base nessa definição, uma paisagem pode ser classificada como contínua, se o habitat permanecer intacto, ou fragmentada, quando a paisagem chega ao estágio final do processo de fragmentação (Fahrig, 2003).

O termo fragmentação vai além da simples remoção de habitat: "a fragmentação não apenas reduz a quantidade de habitat, mas ao gerar pequenos fragmentos isolados, também modifica as características do habitat restante" (van den Berg et al. 2001).

Essa divisão de habitats promove a substituição de espécies especialistas por generalistas, processo conhecido como homogeneização biológica. Espécies exigentes em recursos específicos (e.g., microhabitats de sub-bosque) são as primeiras a desaparecer em fragmentos pequenos ou degradados (Stratford & Stouffer, 2015). No entanto, estudos como o de Morante-Filho et al. (2015) destacam que a interação entre fragmentação e mudanças climáticas pode acelerar extinções locais, especialmente em biomas tropicais como a Mata Atlântica.

Dentre as consequências da fragmentação, encontram-se o isolamento de indivíduos de uma espécie e o favorecimento do chamado efeito de borda; O isolamento reduz o fluxo gênico e limita a dispersão de espécies, enquanto o efeito de borda altera condições microclimáticas (e.g., aumento de temperatura,

redução de umidade), afetando espécies sensíveis (Laurance et al., 2002). Por exemplo, aves insetívoras de sub-bosque, como *Thamnophilus* spp., declinam em fragmentos com bordas pronunciadas, conforme observado por Stratford & Stouffer (2015).

Embora o tamanho do fragmento seja crítico (Ribeiro et al., 2009), a qualidade do habitat é igualmente relevante. Fragmentos pequenos, mas bem conservados, podem sustentar comunidades ricas em especialistas se apresentarem estratificação vertical preservada, dossel fechado e recursos como frutos e insetos (Martensen et al., 2012; Pardini et al., 2010). Esse achado ressalta que a degradação interna (e.g., exploração madeireira) é tão danosa quanto a redução de área.

As aves são amplamente reconhecidas como indicadores ecológicos ideais para ambientes terrestres (Stotz et al., 1996). Assim sendo, analisar as respostas das comunidades de aves à fragmentação florestal oferece uma maneira eficaz de avaliar as condições desses habitats e sua capacidade de sustentar a biodiversidade local.

2.1.1 Fatores que Atenuam os Impactos da Fragmentação

2.2.1.1 Corredores Ecológicos

Corredores são estratégias-chave para conectar fragmentos isolados, permitindo o movimento de espécies e a manutenção de processos ecológicos (Bennett, 1999). Estudos na Mata Atlântica (Martensen et al., 2012) demonstram que corredores ripários ou de vegetação secundária podem sustentar aves especialistas, como furnarídeos e frugívoros. Contudo, Haddad et al. (2014) alertam que corredores mal planejados podem facilitar a dispersão de espécies invasoras ou patógenos.

2.2.1.2 Matriz Circundante

A matriz não é um ambiente "vazio": sua composição influencia a permeabilidade da paisagem. Matrizes heterogêneas, como sistemas agroflorestais ou capoeiras, são menos hostis do que pastagens ou monoculturas, permitindo que aves utilizem recursos entre fragmentos (Melo et al., 2013). Fletcher et al. (2021) destacam que redes de interação planta-frugívoro são mais resilientes em paisagens com matrizes diversificadas.

A "countryside biogeography" (biogeografia do meio rural ou de paisagens antropizadas) é um campo teórico que expande os princípios da biogeografia insular para contextos em que a influência humana é predominante. Em vez de considerar somente os fragmentos naturais (como "ilhas") em meio a um "oceano" de ambiente hostil, essa abordagem analisa o mosaico completo formado por áreas naturais, semi-naturais e de uso intensivo (por exemplo, áreas agrícolas e urbanas). Nesse contexto, o ambiente que circunda os fragmentos – a chamada "matriz" – desempenha um papel crucial, pois influencia a dispersão, a colonização e a manutenção das populações. Espécies com capacidades adaptativas e mobilidade adequadas podem, assim, apresentar distribuições relativamente homogêneas mesmo em áreas fortemente modificadas, o que tem importantes implicações para a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Estudos demonstram que muitos grupos de organismos conseguem persistir e até prosperar em paisagens agrícolas, desde que a heterogeneidade e a conectividade do ambiente sejam adequadas. Dessa forma, a countryside biogeography fornece uma base teórica para o planejamento de estratégias de manejo que conciliem a produção agrícola com a conservação da biodiversidade, ampliando as possibilidades de preservação em escala de paisagens amplas (DAILY et al., 2001;

FRISHKOFF et al., 2019; DAILY, 1997).

2.1.1.3 Manejo da Paisagem

A integração de fragmentos prioritários (grandes e bem conservados) com estratégias de restauração é defendida por Ribeiro et al. (2009). Bancos-Leite et al. (2020) reforçam que políticas de conservação devem separar os efeitos da perda de habitat (redução total de área) da fragmentação (quebra em partes isoladas), pois demandam abordagens distintas.

2.2 Espécies especialistas e generalistas

O nicho ecológico define as condições ambientais e recursos necessários para a sobrevivência e reprodução de uma espécie. O artigo "Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?" (Clavel et al., 2011) aborda o declínio global de espécies especialistas e seus impactos na biodiversidade. Os autores destacam que perturbações antrópicas, como destruição de habitats e mudanças climáticas, favorecem a substituição de espécies especialistas por generalistas, resultando em homogeneização funcional. Essa dinâmica é explicada pela teoria do nicho ecológico: especialistas, com nichos estreitos, são mais sensíveis a alterações ambientais, enquanto generalistas, com maior plasticidade, colonizam novos ambientes com eficiência (Clavel et al., 2011). Existem duas formas principais de especialização das espécies de aves (Clavel et al., 2011): especialização de dieta e especialização de habitat.

A homogeneização funcional reduz a diversidade funcional, comprometendo serviços ecossistêmicos como polinização e controle de pragas. Por exemplo, comunidades com mais especialistas apresentam maior

complementariedade de nichos, aumentando a resiliência ecossistêmica, enquanto a predominância de generalistas sincroniza respostas a distúrbios, amplificando vulnerabilidades (Clavel et al., 2011). Como indicador, os autores propõem o Índice de Especialização da Comunidade (CSI), calculado a partir da variação de densidade das espécies em diferentes habitats, validado por dados de aves francesas que correlacionam HF com fragmentação de paisagens (Clavel et al., 2011).

A heterogeneidade ambiental também desempenha um papel importante na manutenção de comunidades distintas de aves em florestas fragmentadas; por exemplo, Willrich et al. (2016) registraram 331 espécies de aves em um fragmento de Mata Atlântica, associando essa alta riqueza à heterogeneidade do habitat proporcionada pela presença de fundos de vale e áreas de upland.

De acordo com Tilman (1990), a especialização na obtenção de um recurso específico geralmente implica uma redução na eficiência na exploração de outros recursos, evidenciando um equilíbrio entre ganhos e perdas no processo adaptativo. Além disso, elas podem depender de interações ecológicas com outras espécies, como polinizadores ou presas, que também são impactadas por mudanças no ambiente. Portanto, a vulnerabilidade das espécies especializadas está profundamente ligada à restrição de seus nichos, tornando-as mais suscetíveis a distúrbios ambientais e climáticos (Clavel et al., 2011).

Morante-Filho et al. (2018) discutem como a estrutura da paisagem influencia as assembleias de aves frugívoras na Mata Atlântica brasileira. O estudo mostrou que a diversidade de espécies dependentes de florestas diminui em áreas desmatadas, enquanto espécies não dependentes se beneficiam de paisagens dominadas por bordas. Duas hipóteses foram exploradas: a heterogeneidade do habitat, que sugere que uma vegetação mais complexa suporta mais espécies, e a

disponibilidade de recursos, onde áreas com mais alimentos sustentam maior riqueza de espécies. Esses resultados destacam a importância de conservar a complexidade vegetal e os recursos alimentares para manter a biodiversidade, especialmente em paisagens fragmentadas. A pesquisa também reforça a urgência de entender os fatores que afetam as aves frugívoras e sugere que mais estudos são necessários para avaliar o impacto das mudanças na paisagem sobre esses grupos animais.

A compreensão dos padrões de diversidade biológica e suas interações com a especialização ecológica é um tema central na ecologia e na biogeografia. A relação entre a riqueza de espécies e a especialização tem sido amplamente discutida, especialmente no contexto das assembleias de aves, que servem como um modelo ideal para investigar essas dinâmicas devido à sua ampla distribuição e diversidade. O artigo de Belmaker et al. (2012) oferece uma análise abrangente sobre como a especialização das aves se relaciona com a riqueza de espécies em diferentes escalas espaciais. Neste estudo, os autores exploram a hipótese de que um aumento na especialização pode facilitar a coexistência local e, conseqüentemente, resultar em uma maior riqueza de espécies. Utilizando dados globais sobre a distribuição de aves, eles aplicam métodos estatísticos rigorosos para avaliar a relação entre a especialização em dieta e habitat e a diversidade das assembleias de aves. Os resultados indicam uma associação positiva entre a riqueza de espécies e a especialização, sugerindo que a capacidade das espécies de se especializarem em nichos ecológicos específicos pode ser um fator determinante na formação de assembleias ricas em biodiversidade.

Ademais, a especialização pode indicar que uma espécie desempenha o papel de espécie indicadora; espécies indicadoras possuem outras particularidades como: endemismo, raridade ou sensibilidade à perturbação do

habitat. Logo, organismos com uma ou mais dessas características estão geralmente em maior risco de extinção devido a, principalmente, perturbações antrópicas. Regiões que abrigam um grande número dessas espécies apresentam comunidades biológicas vulneráveis e devem ser priorizadas em esforços de conservação (Stotz et al., 1996). Espécies generalistas são organismos com alta flexibilidade ecológica, capazes de sobreviver e prosperar em uma ampla variedade de habitats. Essa versatilidade aumenta suas chances de colonizar novos ecossistemas, pois conseguem encontrar os recursos necessários e se adaptar a diferentes condições ambientais. Além disso, como mencionado por Clavel et al. (2011) a introdução de grandes populações de generalistas frequentemente resulta em maior diversidade genética, o que potencializa sua capacidade de adaptação e sucesso no estabelecimento em ambientes desconhecidos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo:

Floresta Sazonal Estacional Semidecidual (FS) nas regiões Norte e Oeste do Estado do Paraná, Sul do Brasil

O estado do Paraná originalmente possuía mais de 80% de sua área coberta por formações florestais (Maack, 1981). No entanto, o rápido e intenso processo de antropização reduziu essa cobertura florestal para cerca de 10% do território estadual (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2009). Esse processo de perda florestal foi particularmente mais acelerado nas regiões Norte e Oeste, devido à alta fertilidade dos solos e à colonização dessas áreas. Nessas regiões, as florestas foram substituídas por pastagens e cultivos de café, feijão, milho e soja, entre outros, restando apenas alguns fragmentos representativos de Floresta Estacional Semidecidual (IAP, 2006).

Os fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual deste estudo, encontram-se em uma região de clima subtropical úmido, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, gerando uma marcante sazonalidade. A temperatura média anual é de 20,7 °C, e a precipitação média anual é de 1.712 mm (IBGE 2002; Peel et al. 2007). A FS (Floresta Semidecidual) é um tipo de vegetação do bioma Mata Atlântica, que se estende do nordeste ao sudeste do Brasil, com áreas no interior do Paraguai e da Argentina (Oliveira-Filho e Fontes 2000). Esse ecossistema é fortemente influenciado pela sazonalidade, com entre 20% e 50% das espécies arbóreas perdendo suas folhas durante o período frio e seco (IBGE 2012).

3.2. Conjunto da dados:

Este estudo utilizou os dados de campo apresentados em Anjos et al. (2024). Naquele estudo foram obtidas abundância de espécies de aves em 25 fragmentos florestais de Floresta Estacional Semidecidual no norte e oeste do Paraná, sul do Brasil (Fig. 1). Os fragmentos apresentam entre 27ha e 2.780ha e incluem reservas privadas e áreas protegidas (Anjos et al. 2024). O método de amostragem por pontos (Bibby et al. 1996) foi usado para registrar espécies em cinco pontos de cada fragmento, durante quatro dias consecutivos na primavera. Cada ponto foi amostrado por 15 minutos, com intervalos para deslocamento, padronizando a coleta.



Figura 1 – Fragmentos florestais estudados na Floresta Estacional Semidecidual do estado do Paraná em Anjos et al. (2024).

3.3. Análise dos dados:

Cada espécie de ave foi classificada como especialista, se 70% ou mais da dieta está associada a uma única categoria alimentar (ver Anjos et al. 2019). As informações sobre dieta foram extraídas da base de dados de Wilman et al. (2014). As medidas das asas das espécies foram obtidas de AVONET (Tobias et al., 2022).

Foram utilizadas quatro medidas de asa: Comprimento da asa (Wing.Length), Distância de Kipps (Kipps.Distance), Secundária1 (Secondary1) e Índice da asa manual (Hand-Wing.Index) (Fig. 2). Wing.Length é o comprimento total da asa, geralmente medido da articulação do punho (carpal joint) até a ponta da pena primária mais longa (normalmente P10, a primária externa) e está relacionado à eficiência aerodinâmica e estratégias de voo; Kipps.Distance é uma medida proposta pelo ornitólogo Philip Kipps, que representa a distância entre a ponta da primeira pena secundária (S1) e a ponta da pena primária mais longa (P10) quando a asa está totalmente estendida; Secondary1 refere-se ao comprimento da primeira pena secundária (S1), a pena mais próxima do corpo na porção secundária da asa.

Hand-Wing.Index acaba sendo uma categoria de medida com mais destaque aqui por ser uma métrica que quantifica a forma da asa e sua relação com o desempenho de voo; é calculado como a razão da distância de Kipps multiplicada por 100 e dividida pela corda da asa ($100 \cdot Dk/Lw$) (Bastidas-Urrutia et al. 2024).

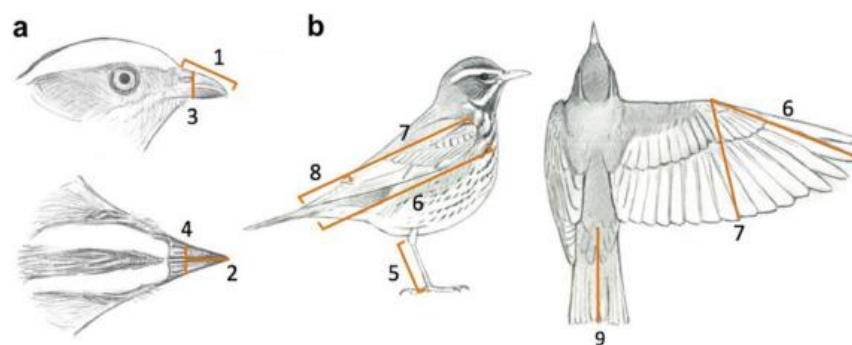


Figura 2 – Medidas morfométricas de aves: 2a. Medidas do bico, 2b. Medidas da asa, sendo as medidas indicadas pelos números 6 (Wing.Length), 7 (Secondary1) e 8 (Kipps.Distance) as medidas utilizadas para este trabalho. Fonte: Adaptado de: Pigot et al. (2020) - *Macroevolutionary convergence connects morphological form to ecological function in birds*. *Nature Ecology & Evolution*, v. 4, n. 2, p. 230-239, fev. 2020.

Com os dados sobre as 201 espécies e suas respectivas ocorrências nos fragmentos, foram selecionadas as espécies que ocorriam em 12 ou mais fragmentos dos 25 apresentados por Anjos et al. (2024). Esse procedimento foi adotado para ter um número razoável de amostragens de abundância das espécies em fragmentos. Após a seleção das espécies a abundância delas, medida em valores de IPA, Índice Pontual de Abundância (Bibby et al. 1996), foi plotada em planilha. São os valores de IPA que são utilizados para o cálculo do coeficiente de Gini, valor utilizado aqui como o Índice de especialização da espécie.

Morelli et al. (2019) desenvolveram medições da especialização em aves utilizando um índice multidimensional baseado em características ecológicas, o coeficiente de Gini. Originalmente desenvolvido para medir desigualdades na distribuição de renda, esse índice é reconhecido como uma das métricas mais eficazes para avaliar discrepâncias e tem sido aplicado em ecologia para mensurar o grau de especialização de espécies (Morelli et al., 2019; Morelli et al., 2021). O coeficiente varia de 0 a 1, em que valores próximos a 0 indicam generalistas (uso

equilibrado de recursos) e valores próximos a 1 indicam especialistas (dependência de um único recurso ou habitat). A fórmula do coeficiente de GINI é:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |x_i - x_j|}{2n^2\bar{x}}$$

Onde x são valores observados, n é o número de observações e \bar{x} é a média dos valores. Um coeficiente de 0 indica generalismo máximo, enquanto um coeficiente de 1 reflete especialização máxima, com ocorrência restrita a uma única localidade (Morelli et al., 2019).

Utilizou-se correlação linear ($\alpha = 0,05$) entre o número de fragmentos que as espécies ocorreram e os respectivos valores do coeficiente de GINI para testar se existe associação entre estas duas variáveis.

Para avaliar a associação entre generalistas e especialistas com baixo a altos valores do coeficiente de GINI utilizou-se Tabela de Contingência, a qual calcula a percentagem entre os valores. Primeiramente construiu-se um ranking crescente dos valores do coeficiente de GINI entre as espécies. Então a mediana deste ranking foi selecionada como referência para espécies com menores valores de GINI e maiores valores de GINI. A espécie utilizada para mediana foi considerada como tendo baixo valor de GINI. Depois obtivemos o número de espécies especialistas e generalistas com alto e baixo valor de GINI. Assim foi possível testar se existe associação entre espécies generalistas e baixo valor de GINI utilizando tabela de Contingência ($\alpha = 0,05$).

Para testar a correlação entre as medidas da asa e os valores do coeficiente de GINI foi utilizando o teste de Spearman (r_s ; $\alpha = 0,05$).

O programa PAST foi utilizado para os cálculos da Tabela de Contingência e o teste de Spearman.

4. RESULTADOS

Um total de 73 de espécies de aves foi registrado em pelo menos 12 fragmentos florestais analisados (Tabela 1). Os valores do coeficiente de GINI variaram entre 0,237, de *Basileuterus culicivorus*, e 0,778, de *Leptotila rufaxilla*. A mediana dos valores do coeficiente de Gini entre as espécies analisadas foi de 0,534.

Espécies com maior percentagem de ocupação dos fragmentos tiveram valores de Gini menores, mostrando uma tendência a serem mais generalistas de habitat, do que as espécies com menor ocupação (Figura 3). Houve correlação negativa entre o número de fragmentos que as espécies ocorreram e os respectivos valores do coeficiente de GINI ($p = 0,0001$; Fig. 3).

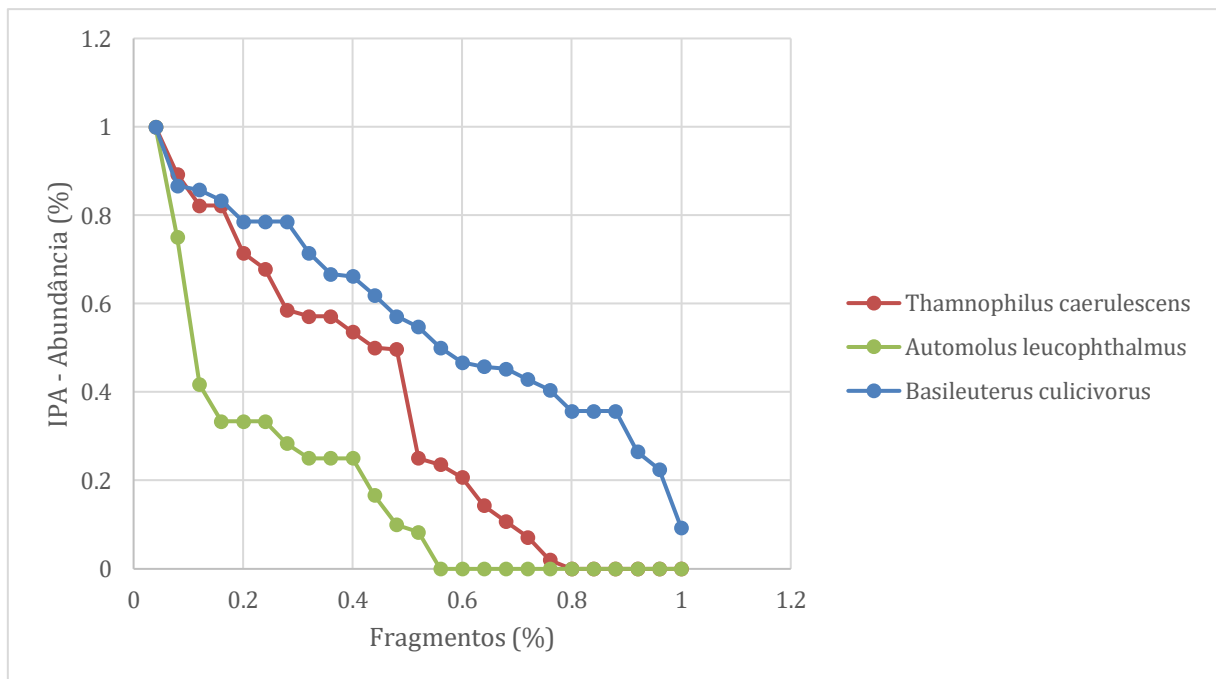


Figura 3: Distribuição ranqueada da abundância de três espécies de aves selecionadas, em percentagem, ao longo dos fragmentos, apresentados em percentagem de ocupação: *Thamnophilus caerulescens*, como mediano valor de GINI (0,521), *Automolus leucophthalmus*, com alto valor de GINI (0,688), e *Basileuterus culicivorus*, com baixo valor de GINI (0,238).

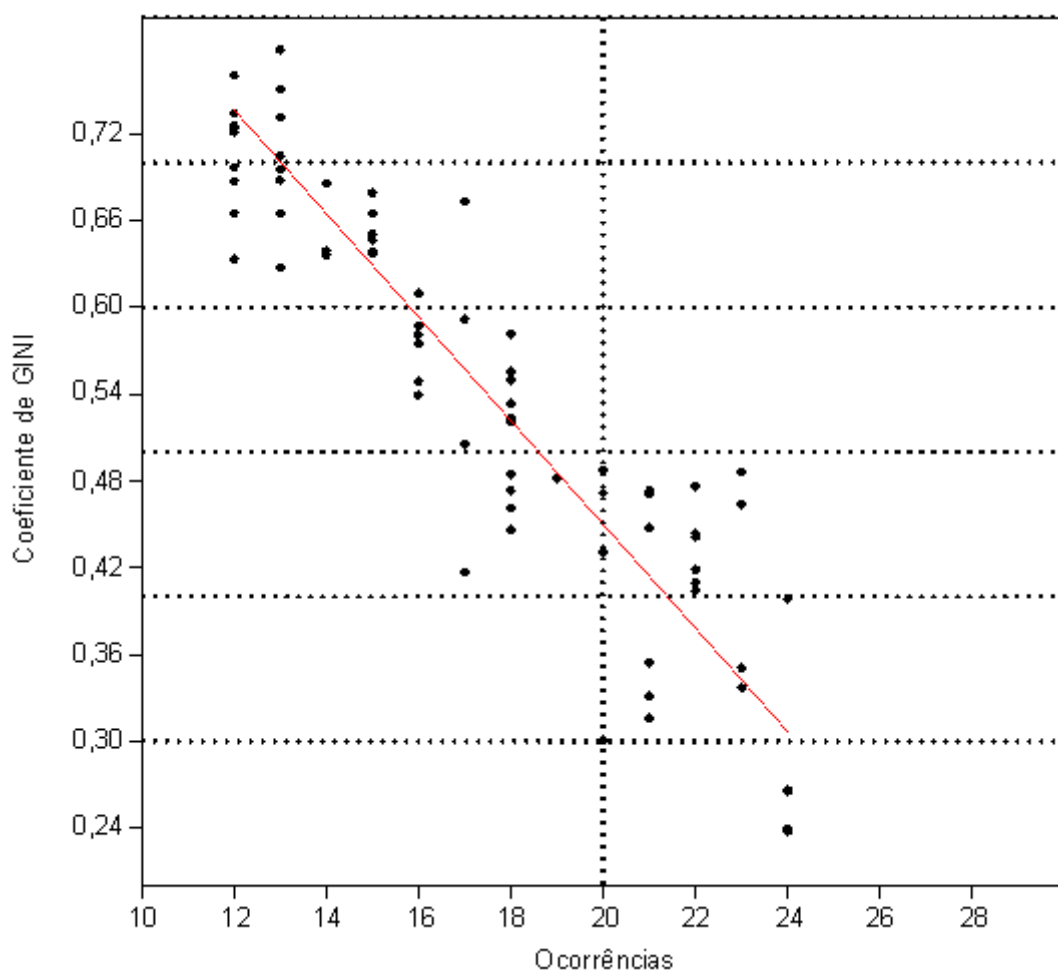


Figura 4 – Gráfico de correlação linear entre as ocorrências das espécies e o valor de seus coeficientes de GINI.

As proporções de espécies especialistas e generalistas foi a mesma entre as espécies com menores e maiores valores de Gini tendo a mediana como referência (Tabela de Contingência; $p = 0,94$; Tabela 1).

Tabela 1: Número de espécies generalistas com baixo e alto valor do coeficiente de GINI.

Coluna - Espécies	Baixo GINI	Alto GINI
Esp. Generalistas	10	10
Esp. Especialistas	26	27

Nenhuma das quatro medidas de asa consideradas neste estudo foi correlacionada com o coeficiente de GINI (correlação linear; Tabela 2).

Tabela 2: Valores de p para correlação linear entre medidas da asa e o coeficiente de GINI.

Medidas da Asa	Valor de p
Wing.Length	0,24
Kipps.Distance	0,38
Secondary1	0,26
Hand-Wing.Index	0,59

5. DISCUSSÃO:

Espécies que ocorreram em maior número de fragmentos tenderam a apresentar menores valores do coeficiente de GINI, demonstrando que são menos sensíveis à fragmentação florestal, como o esperado. Porém, entre as espécies com baixo valores do coeficiente de GINI não houve predominância de generalistas, um resultado não esperado. Também não era esperado que não houvesse correlação entre as medidas de asa e os valores do coeficiente de GINI. Portanto, embora os resultados confirmem que uma distribuição mais ampla entre fragmentos (baixo Gini) reflete uma menor sensibilidade à fragmentação, eles também revelam que essa uniformidade não está necessariamente associada a um perfil generalista nem diretamente vinculada às medidas de asa, evidenciando a complexidade dos mecanismos que determinam a colonização e manutenção de espécies em paisagens fragmentadas.

A expectativa inicial sobre espécies especialistas e generalistas baseava-se na premissa de que fragmentos florestais isolados favoreceriam espécies generalistas em dieta, adaptadas a ambientes perturbados e com menor dependência de habitats íntegros. Contudo, a maior riqueza de especialistas, incluindo *Myiothlypis leucoblephara* e *Herpsilochmus rufimarginatus*, indicam que esses fragmentos ainda mantêm condições ecológicas adequadas para grupos exigentes. Uma explicação plausível reside na existência de corredores de vegetação nativa conectando os fragmentos estudados, os quais podem facilitar a dispersão de indivíduos, o fluxo gênico e o acesso a recursos distribuídos espacialmente. Estudos recentes em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica corroboram essa ideia, demonstrando que corredores reduzem o efeito de borda e permitem a recolonização de áreas degradadas por espécies sensíveis (Metzger et al., 2009; Ribeiro et al., 2019).

Além disso, o bom estado de conservação dos fragmentos parece ter desempenhado um papel crítico. Isso ressalta a importância da qualidade do habitat, não apenas de sua extensão, para a manutenção de especialistas; a disponibilidade de microhabitats, como clareiras naturais e sub-bosque denso, podem ter fornecido nichos essenciais para a alimentação e nidificação dessas aves.

Esses resultados desafiam a visão simplista de que fragmentos florestais são inevitavelmente "armadilhas ecológicas" para a biodiversidade. Em vez disso, reforçam a ideia de que a gestão da paisagem, incluindo a manutenção de corredores e a proteção ativa de fragmentos bem conservados, pode sustentar comunidades biológicas complexas. A persistência de especialistas em ambientes fragmentados sugere que estratégias de restauração focadas em conectar remanescentes florestais e enriquecer a estrutura da vegetação são viáveis e importantes (Haddad et al., 2015; Brancalion et al., 2016; Prado et al., 2021).

Vale destacar também o papel da matriz circundante. Em alguns fragmentos, a matriz não era composta exclusivamente por pastagens ou agricultura intensiva, mas por sistemas agroflorestais e capoeiras, os quais podem funcionar como habitats complementares para aves especialistas. Essa heterogeneidade da matriz pode ter mitigado o isolamento, permitindo o uso sazonal de recursos entre fragmentos.

Uma comparação interessante com a fragmentação florestal é a teoria da biogeografia de ilhas; A teoria da biogeografia de ilhas, proposta por MacArthur & Wilson, postula que o tamanho do habitat, sua distância de uma fonte de colonizadores e a habilidade de dispersão dos organismos são determinantes para quais espécies se estabelecem em ambientes isolados. De forma análoga, fragmentos de floresta podem ser vistos como "ilhas" em uma paisagem modificada, onde a

colonização e manutenção das espécies dependem de suas características de dispersão. Assim como em ilhas remotas, a morfologia do voo pode influenciar quais espécies conseguem acessar e se manter nesses habitats fragmentados. Dessa forma, ao identificar os traços que promovem a dispersão, é possível aprimorar as previsões sobre a ocorrência e a diversidade de aves em ambientes florestais fragmentados, contribuindo para estratégias de conservação mais eficazes.

Era esperado que asas mais longas estivessem associadas a espécies com maiores valores do coeficiente de GINI, isto é, com distribuição de abundância mais homogênea entre os fragmentos. Bastidas-Urrutia et al. (2024) mostraram em um estudo global que asas mais compridas influenciam positivamente a dispersão de aves entre ilhas oceânicas. Todavia, vale ressaltar a diferença entre uma paisagem florestal e uma paisagem de ilhas, no sentido estrito de sua composição; embora tanto os fragmentos florestais quanto as ilhas compartilhem características de isolamento e dinâmicas ecológicas similares, existem diferenças fundamentais em suas composições paisagísticas. Em ilhas, o isolamento é marcado pela predominância de uma matriz homogênea, o mar, o que resulta em condições ambientais uniformes ao redor da área insular. Por outro lado, os fragmentos florestais estão inseridos em paisagens onde a vegetação desempenha um papel crucial na complexidade ambiental. Essa diversidade vegetal cria bordas e transições que modulam microclimas, promovem interações ecológicas variadas e ampliam os nichos disponíveis. Dessa forma, a heterogeneidade presente no entorno dos fragmentos florestais confere a esses ambientes uma dinâmica mais complexa e multifacetada, diferenciando-os das ilhas, cuja paisagem tende a ser mais simplificada.

Apesar das descobertas promissoras, é importante reconhecer que a presença de especialistas pode estar ligada a características históricas da paisagem.

Por exemplo, fragmentos estudados podem ter sido desconectados recentemente, e o "efeito de débito de extinção" - extinção futura de espécies como consequência de impactos ambientais passados, mesmo após a interrupção dessas perturbações sendo resultado de um atraso temporal entre a degradação do habitat (como desmatamento ou fragmentação) e o desaparecimento definitivo das espécies afetadas (Tilman et al., 1994). Esse fenômeno pode ser comparado, didaticamente, a uma "dívida ecológica" que ainda precisa ser "paga" e ainda não se manifestou plenamente. Logo, monitoramentos de longo prazo são necessários para avaliar se essas populações são viáveis a médio prazo. Além disso, a metodologia não permitiu quantificar diretamente o uso de corredores pelas aves, sugerindo a necessidade de estudos com telemetria ou marcadores genéticos para validar essa hipótese.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos reforçam a importância de compreender as interações entre especialização, características morfológicas e fragmentação do habitat. A relação entre medidas de asa e coeficiente de GINI deve ser mais minuciosamente investigada incluindo parâmetros da paisagem como métricas de conectividade do fragmento e cobertura florestal do entorno. A distribuição da abundância das espécies nos fragmentos mostrou-se um interessante parâmetro adicional para investigar a sensibilidade de aves à fragmentação.

Em síntese, a compreensão ecológica da distribuição de aves em paisagens fragmentadas deve gerar diretrizes fundamentais para a conservação da biodiversidade na floresta estacional semidecidual. A constatação de que espécies especialistas, com dietas restritas e capacidade de dispersão limitada (por exemplo, aves com asas menores), demonstram maior sensibilidade à fragmentação evidencia a urgência de priorizá-las em planos de manejo e restauração. Dessa forma, a proteção de habitats remanescentes de alta qualidade e a criação de corredores ecológicos que conectem fragmentos isolados tornam-se estratégias indispensáveis para garantir a persistência dessas populações, as quais tendem a apresentar abundâncias irregulares. Além disso, a observação de que o generalismo alimentar está associado a uma distribuição mais homogênea ressalta a importância de promover a diversidade de recursos nos fragmentos, sugerindo que políticas públicas e iniciativas de restauração devem considerar não apenas a extensão, mas também a heterogeneidade funcional dos ambientes, assegurando condições adequadas para espécies com variadas exigências ecológicas.

REFERÊNCIAS

ANJOS, Luiz dos; OLIVEIRA, Helon Simões; LOPES, Edson Varga; MEDEIROS, Hugo Reis. **Valley bottoms in fragmented landscapes: enhancing bird biodiversity.** *Acta Oecologica*, v. 124, p. 104008, 2024.

ANJOS, Luiz dos et al. **Insights on the functional composition of specialist and generalist birds throughout continuous and fragmented forests.** *Ecology and Evolution*, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.

BANKS-LEITE, C. et al. **Countering the effects of habitat loss, fragmentation, and degradation through habitat restoration.** *One Earth*, v. 3, p. 672-676, 2020. DOI: [10.1016/j.oneear.2020.11.016](https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.11.016).

BENNETT, Andrew. **Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation.** Gland: IUCN, 2003. DOI: [10.2305/IUCN.CH.2004.FR.1.en](https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2004.FR.1.en).

BELMAKER, Jonathan; SEKERCIOGLU, Cagan H.; JETZ, Walter. **Global patterns of specialization and coexistence in bird assemblages.** *Journal of Biogeography*, v. 39, n. 1, p. 193-203, 2012. DOI: [10.1111/j.1365-2699.2011.02591.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02591.x).

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A.; MUSTOE, S. H. **Bird Census Techniques.** 2. ed. London: Academic Press, 2000.

BRANCALION, P. H. S. et al. **Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil.** *Biotropica*, v. 48, n. 6, p. 856-865, 2016. DOI: [10.1111/btp.12383](https://doi.org/10.1111/btp.12383).

CLAVEL, J.; JULLIARD, R.; DEVICTOR, V. **Worldwide decline of specialist species: toward a global functional homogenization?** *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 9, n. 4, p. 222-228, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/080216>.

DAILY, G. C. et al. **Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of Southern Costa Rica.** *Ecological Applications*, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2001.

DAILY, G. C. **Countryside biogeography and the provision of ecosystem services.** In: RAVEN, P. H. (Ed.). *Nature and Human Society: The Quest for a Sustainable World.* Washington, D.C.: National Research Council, National Academy Press, p. 104-113, 1997.

DEVICTOR, V.; JONARD, A.; JULLIARD, R.; LEFEBVRE, J.; LEBRETON, J.-D.; LOUYET, J.; MARCHAND, P.; PELLISSIER, L.; PÉREZ, T.; ROUANET, J.; THOMAS, C.; VILLAR, M. **Homogeneização das comunidades de aves induzida pela urbanização.** *Conservation Biology*, v. 21, n. 3, p. 741-751, 2007. DOI: [10.1111/j.1523-1739.2007.00671.x](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00671.x).

FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, p. 487-515, 2003.

FRISHKOFF, L. O.; KE, A.; SANTOS MARTINS, I.; OLIMPI, E. M.; KARP, D. S. **Countryside Biogeography: The Controls of Species Distributions in Human-Dominated Landscapes.** *Current Landscape Ecology Reports*, v. 2, p. 15-30, 2019.

HADDAD, N. M. et al. **Habitat Fragmentation and Its Lasting Impact on Earth's Ecosystems.** *Science Advances*, v. 1, n. 2, e1500052, 2015.

HANSKI, I. **Metapopulation ecology.** Oxford: Oxford University Press, 1999.

HERRERA, C. M. **Habitat-consumer interactions in frugivorous birds.** In: CODY, M. L. (ed.). *Habitat Selection in Birds.* New York: Academic Press, p. 341–365, 1984.

FRIDLEY, J. D.; VANDERMAST, D. B.; KUPPINGER, D. M.; MANTHEY, M.; PEET, R. K. **Co-occurrence based assessment of habitat generalists and specialists: a new approach for the measurement of niche width.** *Journal of Ecology*, v. 95, n. 4, p. 707-722, jul. 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01236.x. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/4496027>. Acesso em: 31 jan. 2017.

JULLIARD, R.; CLAVEL, J.; DEVICTOR, V.; JIGUET, F.; COUVET, D. **Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities.** *Ecology Letters*, v. 9, n. 12, p. 1237-1244, 2006. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2006.00977.x.

IBGE. **Mapa de clima do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html?=&t=acesso-ao-produto>.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>.

LAURANCE, W. F. et al. **Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: A 22-Year Investigation.** *Conservation Biology*, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEVINS, R. **Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control.** *Bulletin of the Entomological Society of America*, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1969.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981.

MARTENSEN, A. C. et al. **Effects of Landscape Structure on Avian-Mediated Insectivory in the Atlantic Forest.** *Landscape Ecology*, v. 27, p. 121-132, 2012.

MELO, F. P. L. et al. **On the Hope for Biodiversity-Friendly Tropical Landscapes.** *Trends in Ecology & Evolution*, v. 28, n. 8, p. 462-468, 2013.

METZGER, J. P. et al. **Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic Forest region.** *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1166-1177, 2009.

MOERMOND, T.; DENSLOW, J. **Fruit choice in neotropical birds: effects of fruit type and accessibility on selectivity.** *Journal of Animal Ecology*, v. 52, n. 2, p. 407–420, 1983.

MORELLI, Federico; BENEDETTI, Yanina; MØLLER, Anders Pape; FULLER, Richard A. **Measuring avian specialization.** *Ecology and Evolution*, v. 9, p. 8378–8386, 2019. DOI: 10.1002/ece3.5419.

MORANTE-FILHO, José Carlos; ARROYO-RODRÍGUEZ, Victor; PESSOA, Michaele de Souza; CAZETTA, Eliana; FARIA, Deborah. **Direct and cascading effects of landscape structure on tropical forest and non-forest frugivorous birds.** *Ecological Applications*, v. 0, n. 0, p. 1-9, 2018.

Oliveira-Filho, A.T., Fontes, M.A.L. **Patterns of floristic differentiation among atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of Climate.** *Biotropica* 32, 793–810, 2000. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>.

PARDINI, R. et al. **The Role of Forest Structure, Fragment Size, and Corridors in Maintaining Small Mammal Abundance and Diversity in an Atlantic Forest Landscape.** *Biological Conservation*, v. 143, n. 4, p. 852-861, 2010.

PIGOT, A. L.; SHEARD, C.; MILLER, E. T.; BREGMAN, T. P.; FREEMAN, B. G.; ROLL, U.; SEDDON, N.; TRISOS, C. H.; WEEKS, B. C.; TOBIAS, J. A. **Macroevolutionary convergence connects morphological form to ecological function in birds.** *Nature Ecology & Evolution*, v. 4, n. 2, p. 230-239, fev. 2020. DOI: 10.1038/s41559-019-1070-4.

PRADO, P. I. et al. **The relative role of connectivity and environment on the temporal dynamics of a bird metacommunity in a fragmented landscape.** *Landscape Ecology*, v. 36, p. 345-360, 2021. DOI: [10.1007/s10980-020-01145-y](https://doi.org/10.1007/s10980-020-01145-y).

REIF, J.; HOŇÁK, D.; KRIŠTÍN, A.; KOPSOVÁ, L.; DEVICTOR, V. **Linking habitat specialization with species' traits in European birds.** *Journal of Avian Biology*, v. 47, n. 5, p. 405-415, 2016.

RIBEIRO, M. C. et al. **The Brazilian Atlantic Forest: How Much Is Left, and How Is the Remaining Forest Distributed? Implications for Conservation.** *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, M. C. et al. **The Brazilian Forest Code and the challenges for recovering Atlantic Forest landscapes.** *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 17, n. 3, p.133-138, 2019.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 546 p, 2010.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: The University of Chicago Press, 478 p, 1996.

STRATFORD, J. A.; STOUFFER, P. C. **Forest Fragmentation Alters Microhabitat Availability for Neotropical Terrestrial Insectivorous Birds**. *Biological Conservation*, v. 188, p. 109-115, 2015.

TILMAN, D. **Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of competition and succession**. *Oikos*, v. 58, n. 1, p. 3-15, 1990.

TILMAN, David; MAY, Robert M.; LEHMAN, Clarence L. et al. **Habitat destruction and the extinction debt**. *Nature*, v. 371, n. 6492, p. 65-66, 1994. DOI: [10.1038/371065a0](https://doi.org/10.1038/371065a0). Disponível em: <https://www.nature.com/articles/371065a0>.

TOBIAS, J. A. et al. **AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds**. *Ecology Letters*, v. 25, n. 3, p. 581-597, 1 mar. 2022.

TOBIAS, J. A.; OTTENBURGHES, J.; PIGOT, A. L. **Avian Diversity: Speciation, Macroevolution, and Ecological Function**. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 51, p. 533-560, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-025023>.

VAN DEN BERG, L. J. L.; BULLOCK, J. M.; CLARKE, R. T.; LANGSTON, R. H. W.; ROSE, R. J. **Territory selection by the Dartford warbler (*Sylvia undata*) in Dorset, England: the role of vegetation type, habitat fragmentation and population size**. *Biological Conservation*, v. 101, p. 217-228, 2001.

WILMAN, H. et al. **EltonTraits 1.0: species-level foraging attributes of the world's birds and mammals**. *Ecological Archives E095-178 Ecology*, 2014.

WILLRICH, G.; CALSAVARA, L. C.; LIMA, M. R.; et al. Twenty-three years of bird monitoring reveal low extinction and colonization of species in a reserve surrounded by an extremely fragmented landscape in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 24, p. 235–259, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF03544352>.