



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

BARBARA ROCHA ARAKAKI LINDSEY

**DISTRIBUIÇÃO E OCUPAÇÃO DE ESPÉCIES DE AVES EM
DIFERENTES TIPOS DE BORDAS ANTRÓPICAS E BORDA
NATURAL DE RIO EM HABITATS FLORESTAIS**

BARBARA ROCHA ARAKAKI LINDSEY

**DISTRIBUIÇÃO E OCUPAÇÃO DE ESPÉCIES DE AVES EM
DIFERENTES TIPOS DE BORDAS ANTRÓPICAS E BORDA
NATURAL DE RIO EM HABITATS FLORESTAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, do Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz dos Anjos

Londrina
2016

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

Lindsey, Barbara Rocha Arakaki.

Distribuição e ocupação de espécies de aves em diferentes tipos de bordas antrópicas e borda natural de rio em habitats florestais / Barbara Rocha Arakaki Lindsey. - Londrina, 2016.
113 f. : il.

Orientador: Luiz dos Anjos.

Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Tese. 2. Floresta Atlântica - Tese. 3. Conservação - Tese. I. dos Anjos, Luiz. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.



CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DEFESA DE TESE DE DOUTORADO

Discente: Barbara Rocha Arakaki Lindsey

Título: "Distribuição e ocupação de espécies de aves em diferentes tipos de bordas antrópicas e borda natural de rio em habitats florestais".

Data da Defesa: 21 de dezembro de 2016 – 14:00h, na sala 03 - LABESC, desta Universidade.

Banca Examinadora

Parecer

PRESIDENTE:

Dr. Luiz dos anjos

UEL

aprovada

TITULARES

Dr. José Luís Olivan Birindelli

UEL

APROVADO

Dr. Fernando Camargo Jerep

UEL

Aprovada

Dr. José Flávio Candido Junior

UNIOESTE

APROVADO

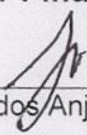
Dr. Roger Paulo Mormul

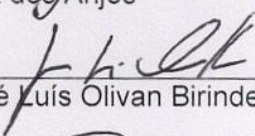
UEM

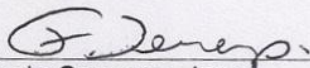
APROVADO

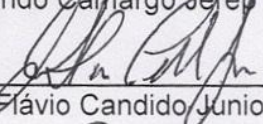
Parecer Final

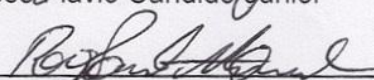
aprovado


Dr. Luiz dos Anjos


Dr. José Luís Olivan Birindelli


Dr. Fernando Camargo Jerep


Dr. José Flávio Candido Junior


Dr. Roger Paulo Mormul

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Luiz dos Anjos, pela orientação, paciência, ensinamentos e disposição em sempre me ajudar ao longo destes anos de trabalho. Tens minha admiração e gratidão!

Aos professores membros e suplentes da banca examinadora, Dr. José Flávio Cândido Júnior, Dr. Roger Paulo Mormul, Dr. Fernando Camargo Jerep, Dr. José Birindelli, Dr. Oscar Akio Shibatta e Dr. Edson Proni.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas e à secretária

Rosana.

Ao ICMBio, pela autorização do estudo nas duas Unidades de Conservação. Ao pessoal do Parque Nacional do Iguaçu - Posto de Informação e Controle em Céu Azul, especialmente ao senhor João Iraci da Silva. Ao pessoal da Reserva Biológica das Perobas, especialmente à A. Guilherme Cândido da Silva, por toda a ajuda no campo.

À CAPES e Fundação Araucária, pelo apoio financeiro no formato de bolsa durante o doutorado e período sanduíche.

À University of Florida, ao Wildlife Ecology and Conservation Department e especialmente à Dra. Katie Sievieng, por me receber durante o período sanduíche. Aos seus alunos, especialmente à Willa Chaves. Ao Dr. Bill Pine pela ajuda com as análises.

Aos alunos do Laboratório de Ornitologia e Bioacústica,

especialmente à Gabi, por ser parceira de campo e das aventuras em Gainesville e à Larissa, pela ajuda.

Aos meus queridos amigos Bianca, Fabiano, Marcinho, Belíssima, Gabi, Carol e Marcela.

À minha família. Ao meu esposo Matt, ao meu pai Nelson, minha mãe Raquel, minhas irmãs Kelly e Paloma e meu irmão Rafael. Por todo o amor, suporte e incentivo sem medida. Muito obrigada!

À Deus, por tudo vivido até aqui.

LINDSEY, Barbara Rocha Arakaki. **Distribuição e ocupação de espécies de aves em diferentes tipos de bordas antrópicas e borda natural de rio em habitats florestais.** 2016.113 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Os impactos da fragmentação são provenientes das mudanças que ocorrem na área de habitat, na criação de limites de habitat e suas bordas associadas e na distribuição de fragmentos florestais isolados por uma matriz hostil. Em paisagens fragmentadas, a perda de habitat e o consequente aumento do efeito de borda, além da matriz que rodeia os fragmentos de habitat remanescentes podem ocasionar mudanças na composição das comunidades florestais. O objetivo da tese foi analisar a distribuição e ocupação de espécies de aves em diferentes tipos de bordas antrópicas e borda natural de rio em habitats florestais. No primeiro capítulo foram avaliadas as diferenças das comunidades de aves de borda natural de rio e interior florestal, além de se verificar se as espécies do habitat borda de rio são as que mais persistem em fragmentos florestais após o desmatamento de uma floresta contínua. Os resultados sugerem que há diferença significativa entre a composição das comunidades e ocupação de algumas espécies entre os dois habitats. As espécies associadas ao habitat borda de rio foram consideradas menos sensíveis à fragmentação florestal. Neste estudo demonstrou-se que espécies de borda de rio de áreas contínuas de floresta formam uma parte significativa das comunidades de aves que persistem em fragmentos florestais pequenos, com intenso efeito de bordas. Espécies que ocupam as áreas mais afastadas da vegetação de rio em uma floresta contínua são aquelas mais sensíveis à fragmentação florestal. No segundo capítulo, o objetivo foi verificar qual tipo de matriz, dentre pastagem, cana-de-açúcar e área em regeneração, é mais amigável como zona de amortecimento adjacente a um grande bloco de floresta contínua. Foram analisadas diferenças na abundância, composição e ocupação de espécies de aves entre diferentes tipos de borda e foi investigado se as diferentes bordas selecionam certas características funcionais das espécies em termos de atributos de dieta e massa corpórea. Os resultados mostraram que os diferentes habitats adjacentes a diferentes matrizes possuem comunidades de aves distintas e que a matriz regeneração é o habitat mais amigável e que melhor funcionaria como zona de amortecimento. Com base nos modelos de ocupação, uma única espécie apresentou uma maior probabilidade de ocupação no interior; porém, somente cinco espécies puderam ser analisadas. Os atributos de dieta “Vertebrados” e de “Massa corpórea” foram selecionados pelo habitat interior e o atributo de dieta “Fruto” foi selecionado pelo habitat pastagem. Se a floresta remanescente continuar sendo convertida em áreas de pastagem e agricultura, muito provavelmente grande parte da avifauna regional perderá completamente seu habitat. Os impactos dos diferentes tipos de bordas antrópicas sobre as espécies de aves têm uma consequência nos processos ecológicos da paisagem estudada, como a dispersão de sementes, o que pode afetar não só a Rebio das Perobas, mas também os fragmentos florestais próximos a ela.

Palavras-chave: Floresta Atlântica. Interior florestal. Sensibilidade de aves. Zona de amortecimento.

LINDSEY, Barbara Rocha Arakaki. **Distribution and occupancy of bird species in different types of anthropic borders and natural river borders in forest habitats.** 2016. 113 p. Dissertation (Doctoral degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

The impacts of fragmentation are due to the changes occurring in the habitat area, the creation of habitat boundaries and their associated borders, and the distribution of forest fragments isolated by a hostile matrix. In fragmented landscapes, the loss of habitat and the consequent increase of the edge effect, besides the matrix that surrounds the remaining habitat fragments, may cause changes in the composition of the forest communities. The objective of this dissertation was to analyze the distribution and occupancy of bird species in different types of anthropic borders and natural river edge in forest habitats. In the first chapter we evaluated the differences of bird communities between natural river edge and forest interior, as well as verifying if the species of the habitat river edge are the ones that persist more in forest fragments after the deforestation of a continuous forest. The results suggest that there is a significant difference between the composition of the communities and the occupancy of some species between the two habitats. Species associated with the river edge habitat were considered less sensitive to forest fragmentation. In this study we demonstrated that river-border species of continuous forest areas form a significant part of the bird communities that persist in small forest fragments, with intense edge effect. Species occupying the furthest areas of the river vegetation in a continuous forest are those most sensitive to forest fragmentation. In the second chapter, our objective was to verify which type of matrix, among pasture, sugarcane and regenerating area, is friendlier as a buffer zone adjacent to a large block of continuous forest. We investigated the differences in the abundance, composition and occupancy of bird species between different border types and we investigated whether the different edges selected certain functional characteristics of the species in terms of attributes of diet and body mass. The results showed that the different habitats adjacent to different matrices have different bird communities and that the regeneration matrix is the friendlier habitat, which would work better as a buffer zone. Based on the occupancy models, a single species presented a greater probability of occupancy in the interior; however, only five species could be analyzed. The diet “Vertebrates” and “Body Mass” attributes were selected by the interior habitat and the diet attribute “Fruit” was selected by the pasture habitat. If the remaining forest continues to be converted into pasture and farmland, most of the regional avifauna will very likely completely lose its habitat. The impacts of the different types of anthropic borders on the bird species have a consequence in the ecological processes of the studied landscape, as seed dispersal, which can affect not only the Perobas Reserve, but also the forest fragments close to it.

Key words: Atlantic forest. Bird sensitivity. Buffer zone. Forest interior.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Capítulo 1 – Espécies de aves que ocupam bordas de rio de floresta contínua são menos sensíveis à fragmentação florestal?**
- Figura 1 –** Localização do Estado do Paraná na América do Sul e da região do estudo no oeste paranaense, sul do Brasil. O ponto vermelho indica o local das amostragens no Parque Nacional do Iguaçu..... 29
- Figura 2 –** Fotos dos habitats “Borda de Rio” (A) na borda de um afluente do rio Azul e “Interior Florestal” (B), amostrados no PNI..... 30
- Figura 3 –** Trinta e dois pontos amostrais no PNI. Dezesesseis pontos amarelos em IF (pontos 17 a 32) e dezesesseis pontos vermelhos em BR (pontos 1 a 16). PIC 1 – Posto de Informação e Controle de Céu Azul. 31
- Figura 4 –** Os quatro pontos amostrais de cada uma das trilhas (BRA, BRB, BRC e BRD) no habitat BR amostrado no PNI 31
- Figura 5 –** Os quatro conjuntos de quatro pontos (IFA, IFB, IFC e IFD) localizados na trilha do habitat I no PNI 32
- Figura 6 –** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das comunidades de aves em 8 diferentes unidades amostrais (BRA, BRB, BRC, BRD, IFA, IFB, IFC e IFD) que ocorrem em dois habitats (“Borda de Rio” e “Interior Florestal”) no PNI..... 43
- Capítulo 2 – Qual habitat matriz é mais amigável como zona de amortecimento em uma paisagem fragmentada?**
- Figura 1 –** Localização do Estado do Paraná na América do Sul e a região do estudo no noroeste do Estado paranaense, sul do Brasil 68
- Figura 2 –** A) Localização da Rebio das Perobas no Estado do Paraná e os pontos amostrados nos quatro diferentes habitats: “Interior”, “Borda de Regeneração”, “Borda de Cana-de- açúcar” e “Borda de Pastagem”. As diferentes cores representam as diferentes coberturas da terra; B) Imagem do Google Earth para melhor visualização do entorno da Rebio das Perobas..... 69
- Figura 3 –** Esquema ilustrativo das duas trilhas estabelecidas em cada habitat, com seis pontos amostrais cada. As trilhas estavam distantes pelo menos 300 m entre si e a menor distância entre os pontos amostrais

	foi de 80 metros.	70
Figura 4 –	Índice Pontual de Abundância das espécies de aves de cada habitat amostrado na Rebio das Perobas. No eixo x de cada gráfico, estão as 76 espécies de aves que foram amostradas quando se somaram todos os registros da avifauna nos 4 habitats. Cada espécie de ave foi codificada com um número de identidade (i.e., a espécie com o número 1 é a mesma para todos os habitats, também representada pelo mesmo número). As barras mostram o IPA de cada espécie.....	80
Figura 5 –	Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das comunidades de aves em 8 diferentes unidades amostrais (Pastagem 1, Pastagem 2, Cana 1, Cana 2, Regeneração 1, Regeneração 2, Interior 1 e Interior 2) na Rebio das Perobas.	81
Figura 6-	Gráficos do tipo Radar que mostram a distribuição dos valores de CWM entre os diferentes tipos de habitat (“Pastagem”, “Cana”, “Regeneração” e “Interior”) amostrados na Rebio das Perobas, de acordo com os atributos funcionais de dieta: A) Invertebrados; B) Vertebrados; C) Fruto; D) Néctar; E) Semente e F) Planta.	84
Figura 7 –	Gráfico do tipo Radar que mostra a distribuição dos valores de CWM entre os diferentes tipos de habitat (“Pastagem”, “Cana”, “Regeneração” e “Interior”) amostrados na Rebio das Perobas, de acordo com os atributos funcionais de Massa Corpórea	85

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Espécies de aves que ocupam bordas de rio de floresta contínua são menos sensíveis à fragmentação florestal?

- Tabela 1.** Espécies de aves amostradas nos habitats BR e IF no Parque Nacional do Iguaçu, organizadas por família. Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American Classification Committee Checklist for South American Birds (Remsen et al.2016)..... 38
- Tabela 2.** Melhores modelos testados para a probabilidade de ocupação como função dos diferentes tipos de habitat (BR e IF) no Parque Nacional do Iguaçu, para as espécies de aves que ocorreram em ambos os habitats. Ocupação (Ψ); probabilidade de detecção (p); diferença entre os modelos AICc (AICc) e Peso AICc. Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American Classification Committee Checklist for South American Birds (Remsen et al. 2016)..... 44
- Tabela 3.** Tabela de contingência utilizada para investigar a associação entre o número de espécies de aves ligadas aos habitats BR e IF com a sensibilidade delas à fragmentação florestal (sensível e não sensível), de acordo com Anjos et al. 2006. 48

Capítulo 2 – Qual habitat matriz é mais amigável como zona de amortecimento em uma paisagem fragmentada?

- Tabela 1.** Espécies de aves que ocorreram nos habitats “Pastagem” (P), “Cana” (C), “Regeneração” (R) e “Interior Florestal” (IF), na Reserva Biológica das Perobas. Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American Classification Committee Checklist for South American Birds (Remsen et al. 2016) 75
- Tabela 2.** Melhores modelos testados para a probabilidade de ocupação como função dos diferentes tipos de habitat (P, C, R e I) na Reserva Biológica das Perobas. Ocupação (Ψ); probabilidade de detecção (p); diferença entre os modelos AICc (AICc) e Peso de AICc.

Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American
Classification Committee Checklist for South American Birds
(Ramsen et al. 2016)..... 82

LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1* – Lista das espécies de aves e seus códigos, os quais foram usados na elaboração da Figura 4, que mostra as espécies de aves e suas respectivas abundâncias em cada habitat: P, C, R e I..... 100
- Apêndice 2* - Espécies de aves amostradas nos quatro habitats da Rebio das Perobas, com seus respectivos atributos funcionais (Dieta: Invertebrados, Vertebrados, Fruto, Néctar, Semente e Planta) e proporções em porcentagem de uso, exceto para o atributo “Massa Corpórea”, que apresenta os valores em gramas (g), de acordo com Wilman et al. (2014)..... 102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Capítulo 1 – Espécies de aves que ocupam bordas de rio de floresta contínua são menos sensíveis à fragmentação florestal?

FES	Floresta Estacional Semidecidual
PNI	Parque Nacional do Iguaçu
ha	Hectares mm – milímetros
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
BR	Borda de Rio
IF	Interior Florestal
m	Metros
DAP	diâmetro à altura do peito
h	horas
min	minutos
IPA	índice Pontual de Abundância
PERMANOVA	Análise de variância permutacional
NMDS	escalonamento multidimensional não-métrico A
IC	Critério de Informação de Akaike
$\Delta AICc$	diferença entre os modelos AICc
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Capítulo 2 – Qual habitat matriz é mais amigável como zona de amortecimento em uma paisagem fragmentada?

Rebio das Perobas	Reserva Biológica das Perobas
ha	hectares
P	Borda de Pastagem
C	Borda de Cana-de-açúcar
R	Borda de Regeneração
I	Interior

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
CAPÍTULO 1 ESPÉCIES DE AVES QUE OCUPAM BORDAS DE RIO DE FLORESTA CONTÍNUA SÃO MENOS SENSÍVEIS À FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL?	22
Resumo	24
Abstract	25
Introdução.....	26
Métodos	28
Área de estudo.....	28
Procedimentos de campo	30
Locais de amostragem.....	30
Amostragem de aves	32
Análise estatística.....	34
Resultados.....	37
Discussão	48
Agradecimentos	52
Literatura citada.....	52
CAPÍTULO 2 QUAL HABITAT MATRIZ É MAIS AMIGÁVEL COMO ZONA DE AMORTECIMENTO EM UMA PAISAGEM FRAGMENTADA?	60
Resumo	62
Abstract	63
Introdução.....	64
Métodos	67
Área de estudo.....	67
Procedimentos de campo	68
Locais de amostragem.....	68
Amostragem de aves	70
Análise estatística.....	71
Resultados.....	74

Agradecimentos.....	90
Literatura Citada.....	91
Normas da revista “Avian Conservation & Ecology”	108

1 INTRODUÇÃO GERAL

2

3 Fragmentação é o processo pelo qual diferentes mecanismos ocasionam a
4 descontinuidade na distribuição espacial de recursos e condições presentes em uma área, em
5 uma dada escala, o que afeta a ocupação, reprodução e sobrevivência de uma dada espécie em
6 particular (Franklin et al. 2002). Os impactos da fragmentação são provenientes das mudanças
7 que ocorrem na área de habitat, na criação de limites abruptos e bordas e no isolamento dos
8 fragmentos de habitat (Ewers e Didham 2005).

9 A perda de habitat e o aumento do efeito de borda decorrentes da fragmentação
10 florestal podem ocasionar mudanças na estrutura, diversidade, dinâmica e composição das
11 comunidades (Murcia 1995). Diversos estudos mostraram os efeitos da fragmentação florestal
12 sobre a fauna: a fragmentação reduz a área de habitat que muitos vertebrados (como
13 herbívoros e dispersores de sementes) requerem para manter populações viáveis (Peres 2001).
14 A fragmentação causa extinção principalmente de aves frugívoras (Restrepo et al. 1997,
15 Galetti et al. 2013), de aves insetívoras de estrato inferior (Stratford e Stouffer 1999), de
16 falconiformes (Aleixo e Vielliard 1995), de espécies florestais (Sieving e Karr 1997).

17 Os efeitos de borda são diversas mudanças ecológicas associadas com fronteiras
18 artificiais abruptas de fragmentos de hábitat (Laurance 2002), que afetam fortemente o
19 microclima da floresta, a mortalidade de árvores e a fauna do habitat remanescente (Laurance
20 et al. 2011). Murcia (1995) separou os efeitos de bordas em fragmentos florestais em três
21 tipos: *efeitos abióticos*, que envolvem mudanças nas condições do ambiente, resultantes da
22 proximidade da matriz, *efeitos biológicos diretos*, envolvendo mudanças na distribuição e
23 abundância de espécies causadas pela alteração das condições físicas próximas à borda e
24 *efeitos biológicos indiretos*, que causam mudanças nas interações entre as espécies, como
25 competição, herbivoria e dispersão de sementes.

1 Atividades humanas, como a implantação de atividades agrícolas, pastagens e
2 urbanização criam bordas de origem antrópica. Outras bordas são provenientes de
3 características da própria floresta, como margens de rios, córregos, lagos, campos naturais e
4 clareiras formadas a partir de quedas de árvores (Ramos e Santos 2006).

5 A ligação entre fragmentação, vegetação alterada e perda de espécies de interior
6 florestal pode ser um fenômeno geograficamente e taxonomicamente disseminado (Stratford e
7 Stouffer 2015). Em uma perspectiva global, muitos dos fragmentos florestais remanescentes
8 são menores que 10 ha e metade das florestas estão em uma distancia de até 500 m da borda
9 florestal (Haddad et al. 2015). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a
10 Alimentação e Agricultura, pastagens e áreas de cultivo cobrem 4,91 bilhões de hectares
11 (cerca de 38% da superfície da Terra sem gelo; Foley et al. 2011). O crescimento da
12 população humana e a demanda cada vez maior por alimento irá inevitavelmente continuar a
13 reduzir e fragmentar habitats naturais e criar habitats matriz hostis à vida selvagem.

14 A maioria das florestas está dentro da área onde atividades humanas, microclima
15 alterado e espécies não florestais podem influenciar e degradar ecossistemas florestais
16 (Broadbent et al. 2008). Mesmo áreas protegidas dentro de reservas são atingidas por
17 distúrbios causados por atividade antrópica, os quais afetam a estrutura, dinâmica e
18 funcionamento do remanescente (Martínez-Ramos 2016).

19 O objetivo da tese foi analisar a distribuição e ocupação de espécies de aves em
20 diferentes tipos de bordas antrópicas e borda natural de rio em habitats florestais. A tese está
21 dividida em dois capítulos.

22 O primeiro capítulo teve três objetivos: 1. verificar se as comunidades de aves diferem
23 entre um habitat de borda de rio e o interior florestal; 2. comparar a ocupação das espécies de
24 aves entre os dois habitats e, 3. verificar se as espécies do habitat borda de rio são menos
25 sensíveis à fragmentação florestal. As hipóteses deste capítulo são: 1. a riqueza e composição

1 das comunidades de aves dos dois habitats são diferentes, devido à diferença dos recursos
2 encontrados nos dois habitats, e.g., a disponibilidade recursos no habitat borda de rio; 2. a
3 ocupação de algumas espécies de aves é diferente entre os dois tipos de habitat, em função das
4 diferenças na vegetação, e 3. as espécies do habitat borda de rio (em relação as de interior de
5 floresta) são aquelas que mais persistem em fragmentos florestais após o desmatamento de
6 uma floresta contínua, isto é, são menos sensíveis. A razão para esta hipótese é que a
7 vegetação de bordas de rio apresentam árvores baixas e emaranhado arbustivo no estrato
8 inferior, fitofisionomia que se assemelha à de bordas de fragmentos florestais.

9 O segundo capítulo teve dois objetivos. O primeiro foi identificar qual tipo de matriz,
10 dentre pastagem, cana-de-açúcar e área em regeneração, é mais amigável como zona de
11 amortecimento adjacente a uma grande área de floresta continua. A hipótese é que a borda
12 adjacente à área em regeneração deva ser a mais amigável como zona de amortecimento, pois
13 dentre as matrizes analisadas é a mais parecida com o habitat florestal. O segundo objetivo foi
14 investigar se as diferentes bordas selecionam certas características funcionais das espécies em
15 termos de atributos de dieta e massa corpórea. A hipótese é de que o interior florestal
16 selecione o atributo “Massa corpórea” e os diferentes tipos de bordas selecionem diferentes
17 atributos de dieta.

18

19 **Referências Bibliográficas**

20

21 Aleixo, A., and Vielliard, J. M. E. 1995. Composição e dinâmica da avifauna da mata de
22 Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 12(3):493-511.

23

24 Broadbent, E. N., G. P. Asner, M. Keller, D. E. Knapp, P. J. C. Oliveira, and J. N. Silva.
25 2008. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the
26 Brazilian Amazon. *Biological Conservation* 141:1745-1757.

27

- 1 Ewers, R. M., and R. Didham. 2005. Confounding factors in the detection of species
2 responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews* 81:117-142.
3
- 4 Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D.
5 Mueller, C. O'Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J.
6 Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockstrom, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, and D. P. M.
7 Zaks. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337–342.
8
- 9 Franlin, A. B., Noon B. R., and T. L. George. 2002. What is habitat fragmentation? In
10 George, T. L., and D. S. Dobkin, Effects of habitat fragmentation on birds in western
11 landscapes: contrasts with paradigms from the eastern United States. *Studies in Avian*
12 *Biology* n^o. 25, Cooper Ornithological Society, p. 20-29.
13
- 14 Haddad, N. M., L. A. Brudvig, J. Clobert, K. F. Davies, A. Gonzalez, R. D. Holt, T. E.
15 Lovejoy, J. O. Sexton, M. P. Austin, C. D. Collins, W. M. Cook, E. I. Damschen, R. M.
16 Ewers, B. L. Foster, C. N. Jenkins, A. J. King, W. F. Laurance, D. J. Levey, C. R. Margules,
17 B. A. Melbourne, A. O. Nicholls, J. L. Orrock, D. X. Song, and J. R. Towshend. Habitat
18 fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1(2): e1500052
19 DOI: 10.1126/sciadv.1500052
20
- 21 Laurance, W. F. 2002. Hyperdynamism in fragmented habitats. *Journal of Vegetation Science*
22 13:595-602.
23
- 24 Laurance, W. F., J. L. C. Camargo, R. C. C. Luizão, S. G. Laurance, S. L. Pimm, E. M.
25 Bruna, P. C. Stouffer, G. B. Williamson, J. Benitez-Malvido, H. L. Vasconcelos, K. S. Van
26 Houtan, C. E. Zartman, S. A. Boyle, R. K. Didham, A. Andrade, and T. E. Lovejoy. 2011.
27 The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*
28 144:56-67.
29
- 30 Martínez-Ramos, M., I. A. Ortiz-Rodriguez, D. Pinero, R. Dirzo, and J. Sarukhan. 2016.
31 Anthropogenic disturbances jeopardize biodiversity conservation within tropical rainforest
32 reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*
33 113(19):5323–5328.

- 1 Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree* 10:
2 58-62.
3
- 4 Peres, C. A.. 1997. Primate community structure at twenty Amazonian flooded and unflooded
5 forests. *Journal of Tropical Ecology* 13:381-405.
6
- 7 Ramos, F. N., and F. A. M. Santos. 2006. Microclimate of Atlantic forest fragments: regional
8 and local scale heterogeneity. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(6):935-944.
9
- 10 Sieving, K. E., and J. R. Karr. 1997. Avian extinction and persistence mechanisms in lowland
11 Panama. In: Laurance, W. F., and R. O. Bierregaard. *Tropical forest remnants: ecology,
12 management and conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of
13 Chicago Press.
14
- 15 Stratford, J. A., and P. C. Stouffer. 1999. Local extinctions of terrestrial insectivorous birds in
16 a fragmented landscape near Manaus, Brazil. *Conservation Biology* 13:1416–1423.
17
- 18 Stratford, J. A., and P. C. Stouffer. 2015. Forest fragmentation alters microhabitat availability
19 for Neotropical terrestrial insectivorous birds. *Biological Conservation* 188:109–115.
20
21

CAPÍTULO 1

Espécies de aves que ocupam borda de rio de área contínua de floresta são menos sensíveis à fragmentação florestal?

(capítulo elaborado segundo normas da revista Avian Conservation & Ecology)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

1 Research Paper

2

3 Barbara Rocha Arakaki Lindsey¹ and Luiz dos Anjos²

4

5 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina

6 ²Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina

7

8

9 Address of correspondent: Barbara Rocha Arakaki Lindsey: barbara_arakaki@hotmail.com

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

1 **Espécies de aves que ocupam borda de rio de área contínua de floresta são menos**
2 **sensíveis à fragmentação florestal?**

3
4 **Resumo**

5 Ao longo de um gradiente de distância a partir do rio, dois tipos de habitat podem ser
6 reconhecidos: borda natural de rio e interior florestal, cada um com características e
7 dinâmicas próprias. Em uma área contínua de floresta Atlântica brasileira, este estudo avaliou
8 se comunidades de aves são diferentes entre um habitat de borda de rio e um de interior de
9 floresta, comparou a ocupação das espécies de aves entre os dois habitats e verificou se as
10 espécies do habitat borda de rio são as que mais persistem em fragmentos florestais após o
11 desmatamento de uma floresta contínua. Espera-se que existam diferenças nas comunidades
12 de aves e na ocupação de algumas espécies entre os dois ambientes; também espera-se que as
13 espécies do habitat borda de rio sejam aquelas menos sensíveis à fragmentação florestal.
14 Dezesesseis pontos amostrais foram alocados em cada um dos habitats e a amostragem das aves
15 se deu pelo método de pontos de escuta com raio curto de 30 m. Os resultados sugerem que
16 há diferença significativa entre a composição das comunidades de aves dos habitats borda de
17 rio e interior florestal, embora a riqueza de espécies seja semelhante. Seis espécies
18 apresentaram uma maior probabilidade de ocupação na borda do rio e catorze espécies
19 apresentaram uma maior probabilidade de ocupação no interior florestal. As espécies
20 associadas ao habitat borda de rio foram consideradas menos sensíveis à fragmentação
21 florestal. Neste estudo demonstrou-se que espécies de borda de rio de áreas contínuas de
22 floresta formam uma parte significativa das comunidades de aves que persistem em
23 fragmentos florestais pequenos, com intenso efeito de borda. Isto mostra que nem todas as
24 espécies de borda de floresta são o resultado de colonizações de ambientes abertos. Como
25 esperado, espécies que ocupam as áreas mais afastadas da vegetação de rio em uma floresta
26 contínua são aquelas mais sensíveis à fragmentação florestal.

27
28 **Palavras-chave:** borda natural, floresta Atlântica, interior florestal, sensibilidade de aves

29
30
31
32
33

1 **Are bird species that occupy the river edge in a continuous forest area less sensitive to**
2 **forest fragmentation?**

3
4 **Abstract**

5 Along a distance gradient from the river, two types of habitat can be recognized: natural river
6 edge and forest interior, each with its own characteristics and dynamics. In a continuous area
7 of the Brazilian Atlantic forest, we verified if bird communities are different between a
8 riverbank and an inland forest habitat, compared the occupancy of the bird species between
9 the two habitats and verified if the species of the river edge habitat are the ones that persist the
10 most in forest fragments after deforestation of a continuous forest. It is expected that there are
11 differences in the bird communities and the occupancy of some species between the two
12 habitats; it is also expected that the river edge habitat species are those that are less sensitive
13 to forest fragmentation. Sixteen sampling points were allocated to each of the habitats and the
14 birds were sampled by point counts with a short radius of 30 m. The results suggest that there
15 is a significant difference between the composition of the bird communities of the river edge
16 and forest interior habitats, although the species richness is similar. Six species were more
17 likely to occupy the river edge and fourteen species had a greater probability of occupancy in
18 the forest interior. Species associated with the river edge habitat tend not to be sensitive to
19 forest fragmentation. In this study we demonstrated that river-border species of continuous
20 forest areas form a significant part of the bird communities that persist in small forest
21 fragments, with intense edge effect. This shows that not all forest edge species are the result
22 of the colonization from open areas. As expected, species that occupy the most distant areas
23 from the river vegetation in a continuous forest are those more sensitive to forest
24 fragmentation.

25
26 **Key-words:** Atlantic rainforest, bird sensitivity, forest interior, natural edge
27
28
29
30
31
32
33
34

INTRODUÇÃO

A floresta Atlântica brasileira, uma faixa de floresta tropical que se estende ao longo de 3300 km da costa brasileira, possui milhares de espécies endêmicas (mais de 650 espécies de vertebrados e oito mil espécies de plantas) e é considerada um dos “hotspots” chave de biodiversidade no mundo (Mittermeier et al. 2005, Tabarelli et al. 2010).

No Estado do Paraná, a floresta Atlântica é formada por três diferentes formações florestais: floresta estacional semidecidual (FES), floresta ombrófila mista e floresta ombrófila densa (Morellato e Haddad 2000). A FES se estende pelo centro-sul do interior do país, entre 200 a 800 m; ali podem ser registradas em torno de 220 espécies de árvores, sendo 10% delas endêmicas deste tipo florestal (Oliveira-Filho e Fontes 2000, Scheer e Blum 2011). Inúmeros rios, grandes e pequenos, correm das montanhas para as áreas mais baixas neste bioma.

Sendo o ambiente ripário uma transição entre o rio e a floresta, pode-se considerar tal habitat como uma borda natural, pois bordas naturais são os limites entre florestas e rios, córregos, lagos ou campos naturais (Ramos e Santos 2006). Sendo a borda natural consequência do encontro de comunidades vegetais naturais distintas, poderia influenciar a diversidade de animais silvestres na paisagem. Ao longo de um gradiente de distância a partir do rio, dois tipos de habitat podem ser reconhecidos: borda natural de rio e interior florestal, cada um com características e dinâmicas próprias (Naiman et al. 1993). Os dois tipos de habitat são distintos entre si devido às diferenças na topografia, comunidade vegetal, regimes hidrológicos e tipo de solo (Shirley 2005). Considerando-se diversos grupos taxonômicos, alguns estudos sugerem uma maior riqueza de espécies em ambientes ripários (Naiman et al. 1993), outros encontraram uma maior riqueza em ambientes não ripários (McGaragal e

1 McComb 1992, Peres 1997) e alguns não detectaram diferença entre estes dois tipos de
2 habitat (Gomez e Anthony 1998, Rykken et al. 2007).

3 Sobre o grupo das aves, diversos estudos indicam a alta importância que o ambiente
4 ripário (borda natural de rio) tem como habitat (Woinarski et al. 2000, Berduc et al. 2015,
5 Gomez et al. 2016, Kajtoch et al. 2016), inclusive em paisagens fragmentadas e modificadas
6 pelo ser humano (Anjos et al. 2007, Dominguez-López e Ortega-Álvarez 2014, Rannestad et
7 al. 2015, Sekercioglu et al. 2015). Em um estudo realizado por Chan et al. (2008) um maior
8 número de indivíduos e de espécies de aves foi registrado no ambiente ripário do que em uma
9 área 100-250 m distante do rio em uma floresta tropical, devido a alta disponibilidade de
10 insetos aquáticos adultos, o que confirma a importância de áreas próximas a rios como
11 habitats de alimentação para as aves. Em um fragmento florestal do norte do Paraná de 656
12 ha e pouca variação topográfica (aprox. 150 m de altitude), Anjos et al. (2007) mostraram que
13 43% do total das espécies de aves estava associado à floresta ripária, devido a diferenças na
14 vegetação; eles amostraram 81 espécies nos ambientes ripário e não ripário, 19 e 45 espécies
15 foram exclusivas do ambiente não ripário e ripário, respectivamente. Um outro estudo
16 realizado no mesmo local mostrou que, mesmo em um fragmento florestal, duas comunidades
17 de aves distintas são encontradas, devido a diferenças ambientais, como a presença de bambu
18 (*Chusquea* sp; Willrich et al. 2016).

19 Assim, considerando as características da borda natural, espera-se que existam
20 diferenças nas comunidades de aves entre os habitats de borda natural de rio e interior
21 florestal. Aves de borda devem estar mais adaptadas à vegetação de ambientes mais abertos,
22 porém não adentram a floresta, enquanto que as aves que habitam o interior da floresta evitam
23 a borda e áreas próximas a ela (Gimenes e Anjos 2003, Hansbauer et al. 2008).

24 O primeiro objetivo deste estudo foi verificar se comunidades de aves são diferentes
25 entre um habitat de borda de rio e um de interior de floresta. Para isso, foram investigadas a

1 riqueza e composição das comunidades de aves. A hipótese é que a riqueza e composição das
2 comunidades de aves dos dois habitats são diferentes, devido à diferença dos recursos
3 encontrados nos dois habitats, e.g., a disponibilidade de insetos aquáticos adultos no habitat
4 borda de rio. O segundo objetivo deste estudo foi comparar a ocupação das espécies de aves
5 entre os dois habitats. Neste caso foi avaliada a probabilidade de ocupação das espécies de
6 aves em função do diferente tipo de habitat. Espera-se que a ocupação de algumas espécies de
7 aves seja diferente entre os dois tipos de habitat, em função das diferenças na vegetação. O
8 terceiro objetivo deste estudo foi avaliar se o habitat de borda de rio possui ou não mais
9 espécies sensíveis à fragmentação. Para isso foi investigada a associação entre o número de
10 espécies de aves associadas ao habitat borda de rio com a sensibilidade delas à fragmentação
11 florestal. A hipótese é que as espécies do habitat borda de rio são aquelas que mais persistem
12 em fragmentos florestais, em relação as de interior de floresta, após o desmatamento de uma
13 floresta contínua, isto é, são menos sensíveis. A razão para esta hipótese é que a vegetação de
14 bordas de rio apresentam árvores baixas e emaranhado arbustivo no estrato inferior,
15 fitofisionomia que se assemelha à de bordas de fragmentos florestais.

16

17

18

MÉTODOS

19

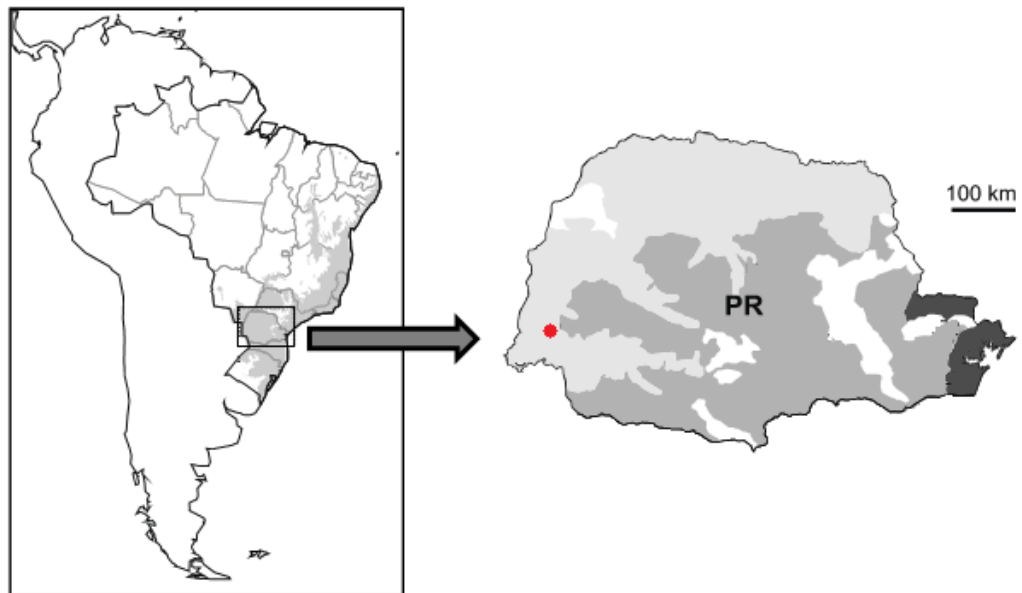
Área de estudo

20

21
22 O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Iguaçu (PNI), município de Ceu
23 Azul, Paraná (25°09'12"S 053°50'42"O, Figura 1). O PNI foi criado em 1939 e sua área total
24 é de 185.262,2 ha. O PNI é uma Unidade de Conservação de proteção integral cuja vegetação
25 predominante é a FES (ICMBio 2014). Na realidade o PNI abriga a maior área contínua de

1 FES do país. O clima do PNI, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa subtropical
 2 úmido ou mesotérmico com verão quente, com temperaturas médias entre 15°C e 25°C e
 3 pluviosidade acima de 900 mm, igualmente distribuída ao longo do ano (Melo et al. 2006).

4 A FES está relacionada, em praticamente toda a sua área de ocorrência, a um clima de
 5 duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (Velooso et al. 1991). A vegetação é
 6 densa e apresenta uma grande variedade de espécies vegetais, constituídas por elementos
 7 arbóreos (perenifólios ou decíduos), além de elementos arbustivos, lianas e epífitas. Espécies
 8 de árvores particularmente associadas a FES são: palmito (*Euterpe edulis* Mart.), peroba
 9 (*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.), pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), alecrim
 10 (*Holocalyx balansae* Micheli), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e
 11 cedro (*Cedrela fissilis* Vell.; Muller 1972, Guimarães et al. 2003).



22 Figura 1 - Localização do Estado do Paraná na América do Sul e da região do estudo no oeste
 23 paranaense, sul do Brasil. O ponto vermelho indica o local das amostragens no Parque
 24 Nacional do Iguaçu.

25

1 **Procedimentos de campo**

2

3 *Locais de amostragem*

4

5 Dois habitats foram amostrados e denominados respectivamente como “Borda de Rio”
6 - BR e “Interior de Floresta” - IR. BR ($25^{\circ}09'43''\text{S}$, $053^{\circ}49'39''\text{O}$) está localizado na borda
7 de um afluente do rio Azul, e IR ($25^{\circ}09'28''\text{S}$, $053^{\circ}50'09''\text{O}$) está localizado a 300 m de BR,
8 em maior altitude (565 m) e a 470 m da borda de floresta (Figura 2). O afluente do rio Azul é
9 de pequeno porte, com 8 a 15 m de largura no trecho estudado. Em cada habitat foram
10 estabelecidos 16 pontos (Figura 3). A menor distância entre os pontos amostrais de BR e IF
11 foi de 80 m.

12

13

14



15

16

17

18

19

20

21

22



23 Figura 2 – Fotos dos habitats “Borda de Rio” (A) na borda de um afluente do rio Azul e
24 “Interior Florestal” (B), amostrados no PNI.

25

1
2
3
4
5
6
7
8

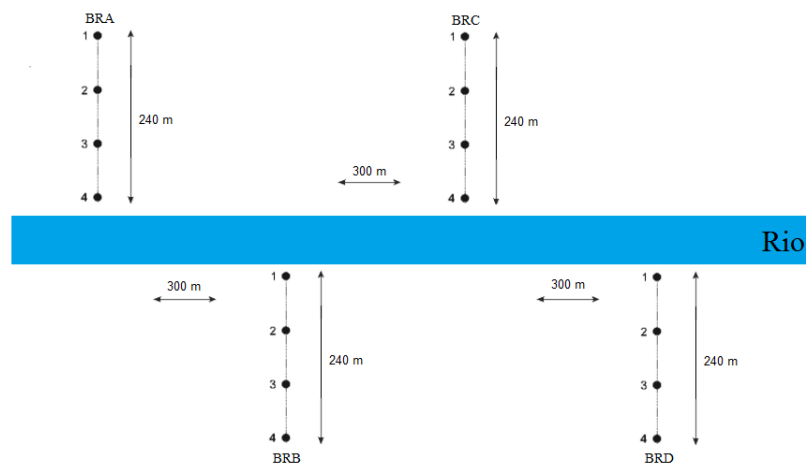


9 Figura 3 – Trinta e dois pontos amostrais no PNI. Dezesesseis pontos amarelos em IF (pontos
10 17 a 32) e dezesesseis pontos vermelhos em BR (pontos 1 a 16). PIC 1 – Posto de Informação e
11 Controle de Céu Azul.

12
13
14
15

Em BR os pontos foram alocados em quatro trilhas (trilhas BRA, BRB, BRC e BRD),
perpendiculares ao rio. As trilhas neste habitat estavam distantes pelo menos 300 m entre si
(Figura 4).

16
17
18
19
20
21
22
23



24 Figura 4 – Os quatro pontos de cada uma das trilhas (BRA, BRB, BRC e BRD) no habitat
25 Borda de Rio amostrado no PNI.

Em IF os pontos foram alocados em uma trilha de 1200 m localizada no interior da floresta. Os 16 pontos localizados nessa trilha foram subdivididos em quatro conjuntos de quatro pontos (conjuntos IFA, IFB, IFC, IFD; Figura 5).



Figura 5– Os quatro conjuntos de quatro pontos (IFA, IFB, IFC e IFD) localizados na trilha do habitat I no PNI

No habitat BR observam-se árvores mais baixas, com 8 a 15 m de altura, menor riqueza de espécies de plantas e as espécies são adaptadas a enchentes periódicas, suportando bem a condição de muita umidade (ICMBio1999). Na transição do habitat BR para o habitat IF, a vegetação vai mudando e as árvores se tornam mais altas. No habitat IF há uma maior riqueza de espécies vegetais; ali encontra-se árvores de grande porte, com alturas máximas do estrato emergente em 35 m, sendo comum encontrar, nas partes melhor conservadas, troncos com diâmetros à altura do peito (DAP) superiores a um metro (ICMBio 1999).

Amostragem de aves

O método de pontos de escuta com raio curto de 30 m (Bibby et al. 1993) foi empregado na amostragem de aves. Este método se mostra bastante eficaz em estudos de relações ave-habitat (Anjos et al. 2010). As amostragens foram realizadas durante os meses

1 de Janeiro e Fevereiro de 2013, meses de estação reprodutiva, nos quais as aves têm maior
2 probabilidade de serem detectadas pelo observador, por meio de suas vocalizações.

3 Cada conjunto de quatro pontos em ambos os habitats foi considerado como uma
4 unidade amostral, a qual era amostrada em um dia. Estas unidades amostrais foram
5 denominadas de IFA, IFB, IFC e IFD em IF e de BRA, BRB, BRC e BRD em BR. Em cada
6 dia os pontos de cada unidade amostral eram amostrados consecutivamente 1, 2, 3 e 4, e
7 depois novamente invertendo-se a sequência, 4, 3, 2 e 1. Por exemplo, na trilha A em BR, em
8 um dia a sequência de amostragem dos pontos era BRA1, BRA2, BRA3, BRA4, BRA4,
9 BRA3, BRA2, BRA1. No dia seguinte a sequência de amostragem dos pontos era invertida:
10 BRA4, BRA3, BRA2, BRA1, BRA1, BRA2, BRA3, BRA4. Cada unidade amostral foi
11 amostrada durante dois dias, sendo portanto, cada ponto amostrado quatro vezes (como se
12 tivesse sido amostrado em quatro manhãs). Estudos realizados na Floresta Atlântica com o
13 método de pontos de escuta demonstraram que 3 a 5 dias de amostragem são suficientes para
14 detectar mais de 90% das espécies registradas em uma área amostral (Anjos 2007, Cavarzere
15 et al. 2013). A amostragem tinha início próximo ao nascer do sol, quando as aves diurnas
16 começam a vocalizar, e se encerrava 2,5 h após o início da amostragem do primeiro ponto, em
17 condições climáticas favoráveis. Cada ponto foi amostrado durante 10 min, com um intervalo
18 de 10 min entre os pontos. De acordo com Anjos et al. (2010), se o observador estiver
19 interessado em avaliar diferenças entre os números de espécies de aves em diferentes locais, o
20 tempo de 10 min é suficiente além disso e na FES 96% das espécies são registradas neste
21 intervalo de tempo.

22 A taxonomia e nomenclatura seguiram *American Ornithologists' Union - South*
23 *American Classification Committee Checklist for South American Birds* (SACC; Remsen et
24 al. 2016).

25

1 *Análise estatística*

2

3 A riqueza total das espécies de aves foi estimada utilizando o estimador de espécies
4 não-paramétrico Chao₁, seguindo sugestão de Herzog et al. (2002).

5 A abundância relativa (Índice Pontual de Abundância - IPA) foi calculada para cada
6 espécie de ave em cada um dos ambientes dividindo-se o número total de contatos da espécie
7 de ave pelo número total de pontos amostrados em cada unidade amostral (Bibby et al. 1993).
8 Assim um número de contatos de 30 para uma dada espécie resultava em um IPA igual a
9 0.468 (30 contatos dividido por 64 pontos amostrados).

10 A análise de variância permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para verificar a
11 variação na estrutura das comunidades de aves (Anderson 2001). Esta análise foi executada
12 no software R (R Development Core Team 2015), utilizando-se os pacotes “vegan” (Oksanen
13 et al. 2016) e “BiodiversityR” (Kindt e Coe 2005).

14 Diferenças entre comunidades animais, como composição e abundância de espécies,
15 podem ser testadas por meio de análises estatísticas, como técnicas de ordenação (Legendre e
16 Legendre 1998, Morin 2011). O escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) foi
17 utilizado para visualizar a similaridade na composição da comunidade entre os dois habitats
18 (Clarke 1993). Para o NMDS os dados foram transformados através do *dispersion weighting*,
19 para diminuir a contribuição de espécies de alta abundância na similaridade. Similaridades de
20 Bray-Curtis foram utilizadas para se construir as matrizes de distância entre as unidades
21 amostrais. O NMDS foi executado no software PRIMER versão 6 (Clarke e Gorley 2006).

22 Para cada espécie de ave registrada em ambos os habitats, foi calculada a
23 probabilidade de ocupação nas diferentes áreas por meio de modelagem de ocupação de
24 estação única (*single-season occupancy modeling*; MacKenzie et al. 2002). Estes modelos
25 envolvem a estimação de dois parâmetros: a ocupação (Ψ), que é a probabilidade da espécie

1 estar presente em um local, e a probabilidade de detecção (p).

2 A modelagem de ocupação de estação única requer múltiplas visitas aos pontos
3 amostrais durante uma estação, nas quais a espécies podem ser detectadas. Este modelo
4 assume que durante estas visitas nenhum indivíduo entra ou sai da população (modelo
5 fechado). Em cada visita o observador detecta a presença (“1”) ou a ausência (“0”) da espécie
6 de interesse. A ausência pode ser uma ausência real da espécie ou uma falha em detectar a
7 espécie. Este tipo de modelagem ajusta a variação na probabilidade de detecção enquanto
8 estima a probabilidade de ocupação das espécies de aves. Ao incorporar a probabilidade de
9 detecção nos modelos leva-se em consideração a detecção imperfeita e se reduz o viés na
10 estimativa dos parâmetros (MacKenzie et al. 2006).

11 Como cada ponto foi amostrado quatro vezes, em cada amostragem foi registrado se
12 cada espécie de ave foi ou não detectada. Assim, obteve-se o histórico de detecção para cada
13 espécie de ave em cada área. O histórico de detecção foi então utilizado para estimar a
14 probabilidade de ocupação da espécie.

15 Para este modelo, os parâmetros estimados (ocupação e detectabilidade) podem ser
16 uma função de covariantes. O programa PRESENCE reconhece dois tipos de covariantes, (1)
17 *Covariantes site-specific*, que são constantes para o local dentro da mesma estação, por
18 exemplo, tipo de hábitat, tamanho do fragmento, ou padrões climáticos generalizados, tais
19 como seca ou anos de El Niño; e (2) *Sampling-occasion* covariantes, as quais podem variar a
20 cada amostragem, como por exemplo, temperatura, precipitação, horário do dia ou observador
21 (Hines 2006). Com o objetivo de se verificar a probabilidade de ocupação das espécies de
22 aves em cada um dos habitats, no presente estudo o primeiro tipo de covariante foi utilizado.
23 Assim, foi testado se a probabilidade de ocupação de cada espécie de ave ocorreu em função
24 do habitat. Deste modo, foram rodados modelos de ocupação que assumiram que a ocupação
25 e a detecção das espécies eram constante – modelos nulos (e.g., mesma probabilidade de

1 ocorrência entre todos os pontos amostrados), modelos que assumiram que a probabilidade de
2 ocupação das espécies era em função da covariante habitat, modelos que assumiram que a
3 detecção das espécies era em função da covariante habitat e modelos que assumiram que a
4 probabilidade de ocupação das espécies e detecção das espécies era em função da covariante
5 habitat.

6 Os modelos foram selecionados baseados no Critério de Informação de Akaike (*AIC*;
7 Burnham e Anderson 2002) para tamanhos amostrais pequenos (*AICc*), que seleciona o
8 modelo mais parcimonioso. Foram considerados como melhores modelos os que
9 apresentaram menores valores de $\Delta AICc$ e maiores pesos de *AICc*; quanto mais próximo de 1
10 o valor de peso de *AICc*, maior a probabilidade do modelo ser escolhido como melhor
11 (Burnham e Anderson 2002). Os modelos foram rodados utilizando-se o software
12 PRESENCE 9.0. (Hines 2006).

13 Uma tabela de contingência foi utilizada para se investigar a associação entre o
14 número de espécies de aves ligadas aos habitats BR e IF com a sensibilidade delas à
15 fragmentação florestal (sensível e não sensível). O nível de sensibilidade das espécies de aves
16 utilizado foi o apresentado em Anjos (2006), o qual determinou a sensibilidade das aves à
17 fragmentação florestal na floresta estacional semidecidual baseados em amostragens
18 realizadas em 14 fragmentos florestais de diferentes tamanhos e graus de isolamento.
19 Espécies foram consideradas sensíveis se elas ocorreram somente nos fragmentos controle ou
20 em fragmentos grandes e não isolados; espécies não sensíveis à fragmentação florestal foram
21 aquelas que ocorreram em todos os fragmentos, incluindo os menores e mais isolados (Anjos
22 2006). No presente estudo dois critérios foram utilizados para se determinar se uma dada
23 espécie de ave era associada a um dos habitats, BR ou IF: 1) a espécie deveria ser exclusiva
24 de um dos habitats e com pelo menos três contatos durante o período total de amostragens, ou
25 2) a espécie deveria apresentar uma maior probabilidade de ocupação em um dos habitats.

1 Para o cálculo da tabela de contingência foi utilizado o software Past 3.0 (Hammer et al.
2 2001).

3 A influência do espaço (autocorrelação espacial) sobre a composição de espécies de
4 aves foi avaliada através do teste de Mantel (1000 permutações). A matriz de distância
5 geográfica foi obtida pela distância euclidiana sobre as coordenadas geográficas das unidades
6 amostrais. A matriz de similaridade da composição das espécies foi obtida utilizando a
7 distância de Bray Curtis sobre a abundância das espécies em cada unidade amostral. Esta
8 análise foi executada no software R (R Development Core Team 2015), utilizando-se o pacote
9 “vegan” (Legendre e Legendre 1998, Oksanen et al. 2016).

10

11

12 RESULTADOS

13

14 Um total de 80 espécies de aves foi registrado em ambos os habitats. A riqueza de
15 espécies estimada, expressa por $Chao_1$, foi de 84 ± 4 espécies.

16 Sessenta e cinco espécies de aves foram registradas em BR e 68 espécies em IF. O
17 número de espécies estimado por $Chao_1$ para BR foi 70 ± 4 espécies e o número estimado para
18 IF foi 79 ± 6 espécies. Portanto, não foi encontrada diferença entre a riqueza estimada dos dois
19 habitats. Doze espécies foram registradas somente em BR e quinze foram exclusivas de IF
20 (Tabela 1).

21

22

23

- 1 **Tabela 1.** Espécies de aves amostradas nos habitats BR e IF no Parque Nacional do Iguçu,
 2 organizadas por família. Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American
 3 Classification Committee Checklist for South American Birds (Remsen et al. 2016).

Espécie	Ocupação	
	BR	IF
TINAMIDAE		
<i>Crypturellus obsoletus</i>	X	X
<i>Crypturellus parvirostris</i>		X
<i>Crypturellus tataupa</i>	X	X
COLUMBIDAE		
<i>Patagioenas picazuro</i>	X	X
<i>Geotrygon montana</i>	X	
<i>Leptotila verreauxi</i>	X	
CUCULIDAE		
<i>Piaya cayana</i>	X	X
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	X	
TROCHILIDAE		
<i>Phaethornis pretrei</i>		X
TROGONIDAE		
<i>Trogon surrucura</i>	X	X
<i>Trogon rufus</i>	X	X
MOMOTIDAE		
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	X	X
RAMPHASTIDAE		

<i>Ramphastos dicolorus</i>	X	X
<i>Selenidera maculirostris</i>	X	X
<i>Pteroglossus castanotis</i>	X	X
PICIDAE		
<i>Picumnus temminckii</i>		X
<i>Melanerpes flavifrons</i>	X	X
<i>Colaptes melanochloros</i>	X	
<i>Dryocopus lineatus</i>	X	X
<i>Campephilus robustus</i>	X	X
FALCONIDAE		
<i>Micrastur semitorquatus</i>		X
<i>Milvago chimachima</i>		X
PSITTACIDAE		
<i>Pionopsitta pileata</i>		X
<i>Pionus maximiliani</i>	X	X
<i>Pyrrhura frontalis</i>	X	X
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	X	X
THAMNOPHILIDAE		
<i>Hypoedaleus guttatus</i>	X	X
<i>Mackenziaena severa</i>	X	X
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	X	X
<i>Dysithamnus mentalis</i>	X	X
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	X	X
<i>Drymophila rubricollis</i>		X

<i>Drymophila malura</i>	X	X
<i>Pyriglena leucoptera</i>	X	X
CONOPOPHAGIDAE		
<i>Conopophaga lineata</i>	X	X
GRALLARIIDAE		
<i>Grallaria varia</i>	X	X
<i>Hylopezus nattereri</i>	X	
RHINOCRYPTIDAE		
<i>Eleoscytalopus indigoticus</i>	X	X
FORMICARIIDAE		
<i>Chamaeza campanisona</i>	X	X
<i>Chamaeza meruloides</i>	X	X
FURNARIIDAE		
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	X	X
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	X	X
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	X	X
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	X	X
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>		X
<i>Lochmias nematura</i>	X	
<i>Anabacerthia lichtensteini</i>	X	X
<i>Automolus leucophthalmus</i>		X
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	X	X
TYRANNIDAE		
<i>Myiopagis caniceps</i>	X	X

<i>Camptostoma obsoletum</i>	X	X
<i>Capsiempis flaveola</i>	X	X
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	X	X
<i>Hemitriccus diops</i>	X	
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	X	X
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	X	
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	X	X
<i>Lathrotriccus euleri</i>	X	X
<i>Pitangus sulphuratus</i>		X
<i>Myiodynastes maculatus</i>	X	
<i>Megarynchus pitangua</i>	X	X
<i>Sirystes sibilator</i>	X	X
TITYRIDAE		
<i>Tityra cayana</i>	X	
<i>Schiffornis virescens</i>	X	X
INCERTAE SEDIS		
<i>Piprites chloris</i>		X
CORVIDAE		
<i>Cyanocorax chrysops</i>	X	X
TURDIDAE		
<i>Turdus leucomelas</i>	X	X
THRAUPIDAE		
<i>Cissopis leverianus</i>		X
<i>Trichothraupis melanops</i>	X	X

<i>Tachyphonus coronatus</i>	X		1
<i>Dacnis cayana</i>		X	2
<i>Hemithraupis guira</i>	X		3
<i>Conirostrum speciosum</i>	X	X	4
INCERTAE SEDIS			5
<i>Saltator similis</i>	X	X	6
CARDINALIDAE			7
<i>Habia rubica</i>		X	8
PARULIDAE			9
<i>Setophaga pitiayumi</i>	X	X	10
<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	X	X	11
<i>Basileuterus culicivorus</i>	X	X	12
ICTERIDAE			13
<i>Cacicus haemorrhous</i>	X	X	14
<i>Cacicus haemorrhous</i>	X	X	15
FRINGILLIDAE			16
<i>Euphonia pectoralis</i>		X	17
			18

19

20 A composição das comunidades de aves diferiu entre os habitats (PERMANOVA, F=

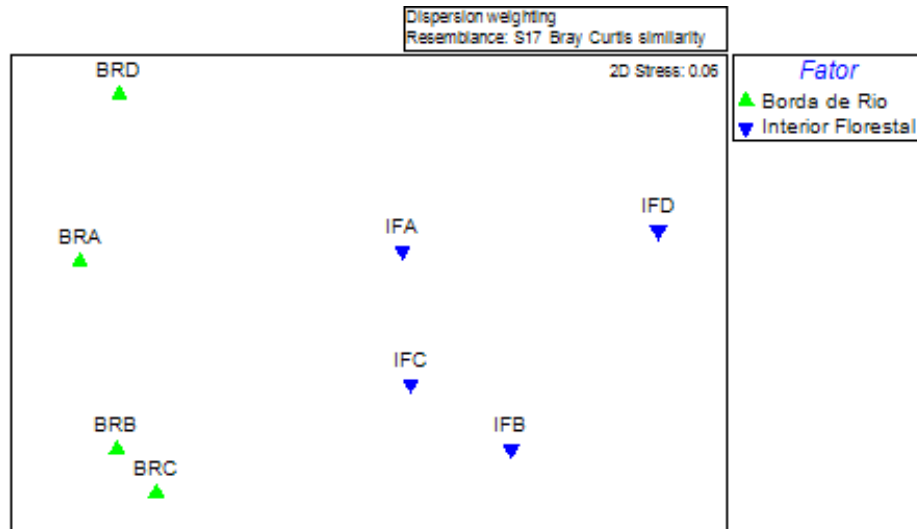
21 6.785, P= 0.0095). Coerentemente com este resultado, a ordenação do NMDS (Figura 6)

22 mostrou que as unidades amostrais de BR e IF diferem quanto a composição e abundância das

23 espécies de aves, visto que foram agrupadas separadamente.

24

25



o

9 Figura 6 – Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das comunidades de aves
10 em 8 diferentes unidades amostrais (BRA, BRB, BRC, BRD, IFA, IFB, IFC e IFD) que
11 ocorrem em dois habitats (“Borda de Rio” e “Interior Florestal”) no PNI.

12

13 Dentre as 53 espécies que ocorreram tanto em BR como em IF, o tipo de habitat
14 influenciou a probabilidade de ocupação em 20 espécies (Tabela 2). Seis espécies
15 apresentaram uma maior probabilidade de ocupação em BR (*Melanerpes flavifrons*,
16 *Xiphocolaptes albicollis*, *Capsiempis flaveola*, *Platyrynchus mystaceus*, *Sirystes sibilator*,
17 *Saltator similis*) e catorze espécies apresentaram uma maior probabilidade de ocupação em IF
18 (*Crypturellus obsoletus*, *Trogon rufus*, *Pteroglossus castanotis*, *Hypoedaleus guttatus*,
19 *Dysithamnus mentalis*, *Conopophaga lineata*, *Grallaria varia*, *Chamaeza campanisona*,
20 *Dendrocolaptes platyrostris*, *Leptopogon amaurocephalus*, *Schiffornis virescens*, *Cyanocorax*
21 *chrysops*, *Trichothraupis melanops*, *Basileuterus culicivorus*).

22

23

24

1 **Tabela 2.** Melhores modelos testados para a probabilidade de ocupação como função dos
 2 diferentes tipos de habitat (BR e IF) no Parque Nacional do Iguaçu, para as espécies de aves
 3 que ocorreram em ambos os habitats. Ocupação (Ψ); probabilidade de detecção (p); diferença
 4 entre os modelos AICc (Δ AICc) e Peso AICc. Taxonomia segue American Ornithologists'
 5 Union - South American Classification Committee Checklist for South American Birds
 6 (Remsen et al. 2016).

Espécie	Modelo	Δ AICc	Peso de AICc
TINAMIDAE			
<i>Crypturellus obsoletus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.40
<i>Crypturellus tataupa</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.357
COLUMBIDAE			
<i>Patagioenas picazuro</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.386
CUCULIDAE			
<i>Piaya cayana</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.362
TROGONIDAE			
<i>Trogon surrucura</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.317
<i>Trogon rufus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.448
MOMOTIDAE			
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.404
RAMPHASTIDAE			
<i>Ramphastos dicolorus</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.459
<i>Selenidera maculirostris</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.389
<i>Pteroglossus castanotis</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.523

PICIDAE

<i>Melanerpes flavifrons</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.369
<i>Dryocopus lineatus</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.402
<i>Campephilus robustus</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.358

PSITTACIDAE

<i>Pionus maximiliani</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.518
<i>Pyrrhura frontalis</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.323
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.298

THAMNOPHILIDAE

<i>Hypoedaleus guttatus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.486
<i>Mackenziaena severa</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.417
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.358
<i>Dysithamnus mentalis</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.617
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.502
<i>Drymophila malura</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.293
<i>Pyriglena leucoptera</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.284

CONOPOPHAGIDAE

<i>Conopophaga lineata</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.482
----------------------------	-----------------------------	------	-------

GRALLARIIDAE

<i>Grallaria varia</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.439
------------------------	-----------------------------	------	-------

RHINOCRYPTIDAE

<i>Eleoscytalopus indigoticus</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.270
-----------------------------------	-----------------------------	------	-------

FORMICARIIDAE

<i>Chamaeza campanisona</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.593
<i>Chamaeza meruloides</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.3586

FURNARIIDAE

<i>Sittasomus griseicapillus</i>	$\Psi(\cdot),p(\text{habitat})$	0.00	0.486
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.376
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.461
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.360
<i>Anabacerthia lichtensteini</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.441
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.485

TYRANNIDAE

<i>Myiopagis caniceps</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.450
<i>Camptostoma obsoletum</i>	$\Psi(\cdot),p(\cdot)$	0.00	0.407
<i>Capsiempis flaveola</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.468
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.468
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>	$\Psi(\cdot),p(\text{habitat})$	0.00	0.348
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.389
<i>Lathrotriccus euleri</i>	$\Psi(\cdot),p(\text{habitat})$	0.00	0.474
<i>Megarynchus pitangua</i>	$\Psi(\cdot),p(\text{habitat})$	0.00	0.347
<i>Sirystes sibilator</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.506

TITYRIDAE

<i>Schiffornis virescens</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\cdot)$	0.00	0.640
------------------------------	---------------------------------	------	-------

CORVIDAE				1
<i>Cyanocorax chrysops</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.556	2
TURDIDAE				3
<i>Turdus leucomelas</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.468	4
THRAUPIDAE				5
<i>Trichothraupis melanops</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.349	6
<i>Conirostrum speciosum</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.358	7
INCERTAE SEDIS				8
<i>Saltator similis</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.317	9
PARULIDAE				10
<i>Setophaga pitiayumi</i>	$\Psi(.),p(.)$	0.00	0.412	11
<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	$\Psi(.),p(\text{habitat})$	0.00	0.338	12
<i>Basileuterus culicivorus</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(.)$	0.00	0.480	13
ICTERIDAE				14
<i>Cacicus haemorrhous</i>	$\Psi(\text{habitat}),p(\text{habitat})$	0.00	0.480	15

17

18 Considerando o conjunto de espécies analisado, quinze espécies de aves foram mais
 19 associadas ao habitat BR, 3 sensíveis e 12 não sensíveis à fragmentação florestal. Vinte e três
 20 espécies de aves foram mais associadas ao habitat IF, 14 sensíveis e 9 não sensíveis à
 21 fragmentação florestal. Assim, os dados sugerem que as espécies de aves sensíveis à
 22 fragmentação do habitat foram aquelas que se associaram ao habitat IF enquanto que as não
 23 sensíveis à fragmentação foram às associadas ao BR ($\chi^2 = 6,13$; $p = 0,0132$; Tabela 3).

24 Não houve autocorrelação entre as distâncias geográficas das unidades amostrais e a
 25 composição das espécies (Mantel $r = 0.0627$, $P = 0.3197$).

1 **Tabela 3.** Tabela de contingência utilizada para investigar a associação entre o número de
 2 espécies de aves ligadas aos habitats BR e IF do presente estudo com a sensibilidade delas à
 3 fragmentação florestal (sensível e não sensível), de acordo com Anjos 2006.

	BR	IF
Espécies sensíveis	3	14
Espécies não sensíveis	12	9

4

5

6

DISCUSSÃO

7

8 O presente estudo sugere que há diferença significativa entre a composição das
 9 comunidades de aves dos habitats BR e IF, embora a riqueza de espécies seja semelhante. A
 10 diferença na composição se deve a várias espécies exclusivas de cada habitat e também a
 11 várias outras que ocorreram em ambos os habitats mas que apresentaram, segundo os dados
 12 obtidos em campo, maior ocupação em apenas um deles. Com base nos modelos de ocupação,
 13 seis espécies apresentaram uma maior probabilidade de ocupação em BR e catorze espécies
 14 apresentaram uma maior probabilidade de ocupação em IF. Espécies associadas ao habitat BR
 15 tendem a não ser sensíveis à fragmentação florestal. No estudo de Anjos (2006), sobre a
 16 sensibilidade de aves à fragmentação florestal, as espécies que apresentam tolerância à borda
 17 mostraram ter baixa sensibilidade à fragmentação. Os resultados do presente estudo indicam
 18 que do total das espécies associadas ao habitat BR, apenas 20% são sensíveis à fragmentação
 19 florestal, enquanto que 61% das espécies associadas ao habitat IF apresentam sensibilidade à
 20 fragmentação florestal.

21 Um grande número de processos físicos e biológicos ocorrem a partir da borda de um
 22 fragmento como resultado da influência do habitat matriz (Laurance et al. 2011). Esta

1 influência em processos físicos e biológicos ocorre até 200-500m da borda para o interior do
2 fragmento (Laurance et al. 2011). Portanto, fragmentos pequenos e/ou muito alongados são
3 “tudo borda”, quer dizer, sem um interior livre dos efeitos de borda. Estes processos podem
4 afetar as espécies de aves florestais. Espécies associadas a IF, como *Micrastur semitorquatus*,
5 *Automolus leucophthalmus*, *Grallaria varia* e *Schiffornis virescens* não ocorrem em
6 fragmentos menores que 60 ha; por outro lado, das 15 espécies associadas a BR, cerca de 67%
7 persistem em fragmentos florestais pequenos de 11 e 25 ha (Anjos 2001). Ainda, existem na
8 composição das espécies de fragmentos pequenos do norte do Paraná algumas aves que são
9 colonizadoras provenientes de áreas abertas e/ou do cerrado, como, por exemplo, *Rupornis*
10 *magnirostris*, *Colaptes melanochloros*, *Melanerpes candidus*, *Patagioenas maculosa* e
11 *Myiarchus swainsoni* (Anjos 2001, Baptista et al. 2016, Bierregaard et al. 2016, Joseph 2016,
12 Winkler et al. 2016). Assim, a composição de aves da borda de um fragmento florestal deve
13 ser originada principalmente das que vivem em borda de rio em floresta contínua combinadas
14 com aquelas colonizadoras provenientes de áreas abertas, além de algumas espécies de
15 interior que ainda persistem. Anjos (2001) estudou a comunidade de aves em fragmentos
16 florestais de tamanho pequeno no norte do Paraná: os fragmentos FA, FB e FC possuem áreas
17 de 56, 25 e 11 ha, respectivamente. Uma alta porcentagem do total das espécies presentes
18 nestes fragmentos foram registradas no habitat BR do presente estudo ou no ambiente ripário
19 do estudo de Anjos et al. (2007); a grande maioria das espécies de aves que vivem nestes
20 pequenos fragmentos são espécies que habitam borda de rio e/ou espécies colonizadoras: 80%
21 em FA, cerca de 82% em FB e cerca de 84% em FC.

22 A fragmentação e degradação do habitat ocasionam mudanças na floresta, como
23 aumento da temperatura e da intensidade luminosa. No geral, aves que vivem em borda de rio
24 em floresta contínua e que ocupam a borda do habitat remanescente após a fragmentação e
25 aves provenientes de áreas abertas devem selecionar condições abióticas semelhantes, como

1 temperatura do ar, variação espacial de radiação solar, umidade e velocidade do vento. Por
2 outro lado, espécies de aves florestais, como por exemplo, algumas espécies de insetívoros de
3 sub-bosque, selecionam microhabitats com características abióticas diferentes e não ocupam a
4 borda do fragmento ou fragmentos florestais pequenos, considerados “tudo borda” (Pollock et
5 al. 2015, Stratford e Stouffer 2015). De fato, aves associadas a microhabitats mais escuros
6 são mais sensíveis à borda de floresta do que as aves que usam microhabitats mais luminosos
7 (Patten e Smith-Patten 2012).

8 O interior florestal abriga diversas espécies sensíveis à fragmentação florestal, como
9 por exemplo, *Pionopsitta pileata*, uma das espécies de psitacídeos mais ameaçadas devido à
10 destruição maciça de seu habitat (Sigrist 2013), além de *Micrastur semitorquatus*,
11 *Drymophila rubricollis* e *Piprites chloris*, as quais ocorreram exclusivamente no habitat IF.
12 Importante salientar que em BR também foram registradas espécies exclusivas e sensíveis à
13 fragmentação florestal, como *Coccyzus melacoryphus*, *Hylopezus nattereri* e *Tityra cayana*. A
14 razão da sensibilidade destas espécies pode estar ligada à estrutura da vegetação, ou mesmo à
15 menor umidade das bordas de um fragmento em relação à borda de rio (Pollock et al. 2015).

16 Ao se comparar os resultados do presente estudo com o estudo realizado por Anjos et
17 al. (2007), que analisaram a importância do habitat ripário em um fragmento de FES no norte
18 do Paraná, cinco espécies de aves tiveram o mesmo resultado que o presente estudo:
19 *Hemithraupis guira*, *Myiodynastes maculatus* e *Hypoedaleus guttatus* foram associados ao
20 habitat próximo ao rio e *Pionopsitta pileata* e *Trogon rufus* foram associados ao interior
21 florestal. No entanto, outras quatro espécies apresentaram resultados diferentes: *Melanerpes*
22 *flavifrons* foi associada ao interior florestal em Anjos et al. (2007) e ao habitat BR no presente
23 estudo; *Conopophaga lineata*, *Leptopogon amaurocephalus* e *Xiphorhynchus fuscus* foram
24 associadas ao habitat próximo ao rio em Anjos et al. 2007 e ao habitat IF no presente estudo.
25 Entretanto, o fragmento florestal estudado por Anjos et al. (2007) apresenta uma diferença de

1 altitude de 130 m entre os dois habitats (Santana e Anjos 2010). No presente estudo a
2 diferença de altitude entre os habitats BR e IF no PNI é de apenas 35 m, o que pode ter gerado
3 estas diferenças entre os estudos.

4 Quando compara-se os resultados do presente estudo com os obtidos no interior do
5 Estado de São Paulo por Cândido Jr. (2000), que comparou a avifauna entre a borda do
6 fragmento e o interior florestal, semelhanças são encontradas. Três espécies foram mais
7 associadas o interior florestal em ambos os estudos: *Automolus leucophthalmus*,
8 *Dendrocolaptes platyrostris* e *Trichothraupis melanops*. Porém uma espécie, *Tachyphonus*
9 *coronatus*, apresentou resultados diferentes: no presente estudo foi associada ao habitat BR e
10 no estudo citado foi associada ao interior florestal. *T. coronatus* habita a orla da mata,
11 capoeiras, parques, jardins e se adapta bem a uma variedade de bordas, habitats perturbados e
12 matas secundária (Sick 1997, Hilty 2016); mais de 60% da dieta desta espécie é composta por
13 invertebrados (Wilman et al. 2014). Populações que se encontram na borda de sua
14 distribuição geográfica geralmente são menores do que aquelas que se encontram mais
15 próximas ao centro da distribuição geográfica (Holt et al. 2005). O PNI está situado na borda
16 sul da distribuição geográfica de *T. coronatus*. É possível que a população de *T. coronatus* no
17 PNI seja menor do que a população de *T. coronatus* no local do estudo realizado por Cândido
18 Jr (2000). Talvez em PNI os indivíduos desta espécie se concentraram no habitat BR devido
19 maior disponibilidade de algum tipo de recurso ou mesmo pela competição e presença de
20 predadores.

21 Neste estudo demonstrou-se que espécies de borda de rio de áreas contínuas de
22 floresta formam uma parte significativa das comunidades de aves que persistem em
23 fragmentos florestais pequenos, com intenso efeito de borda. Isto mostra que nem todas as
24 espécies de borda de floresta são o resultado de colonizações de ambientes abertos. Como

1 esperado, espécies que ocupam as áreas mais afastadas da vegetação de rio em uma floresta
2 contínua são aquelas mais sensíveis à fragmentação florestal.

5 **Agradecimentos**

7 Uma bolsa de estudos foi concedida a BRAL pela CAPES/Fundação Araucária; uma
8 bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior foi concedida a BRAL pela CAPES
9 (processo 99999.012747/2013-00); uma bolsa de produtividade em pesquisa foi concedida a
10 LA pelo CNPq (305593/07-2 e 201476/07-0). Os autores agradecem ao Programa de Pós-
11 Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, à Dra. Kathryn E.
12 Sieving e ao Departamento de *Wildlife Ecology & Conservation* da *University of Florida*, ao
13 ICMBio, pela autorização do estudo no Parque Nacional do Iguaçu (número da licença
14 36241-2) e ao pessoal do Posto de Informação e Controle de Céu Azul por todo o suporte.

17 **LITERATURA CITADA**

19 Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.
20 *Austral Ecology* 26:32-46.

22 Anjos, L. 2001. Bird communities in five Atlantic forest fragments in southern Brazil.
23 *Ornitologia Neotropical* 12:11–27.

25 Anjos, L. 2006. Bird Species Sensitivity in a Fragmented Landscape of the Atlantic Forest in
26 Southern Brazil. *Biotropica* 38(2):229–234.

28 Anjos, L. 2007. A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da
29 riqueza de aves. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15:239-243.

- 1 Anjos, L., G. H. Volpato, E. V. Lopes, P. P. Serafini, F. Poletto, and A. Aleixo. 2007. The
2 importance of riparian forest for the maintenance of bird species richness in an Atlantic Forest
3 remnant, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(4):1078–1086.
- 4
- 5 Anjos, L., G. H. Volpato, L. B. Mendonca, P. P. Serafini, E. V. Lopes, R. Bocon, and M. V.
6 Bisheimer. 2010. Técnicas de levantamento quantitativo de aves em ambiente florestal; uma
7 análise comparativa baseada em dados empíricos. In: Von Matter, S., F. Straube, I. Accordi,
8 V. Piacentini, and J. F. Candido Jr. (Org). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada,*
9 *técnicas de pesquisa e levantamento*, 1ª ed., Rio de Janeiro: Technical Books Editora, p. 63-
10 76.
- 11
- 12 Baptista, L. F., P. W. Trail, H. M. Horblit, G. M. Kirwan, P. Boesman, and E. F. J. Garcia.
13 2016. Spot-winged Pigeon (*Patagioenas maculosa*). In: del Hoyo J et al. (eds.). *Handbook of*
14 *the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (<http://www.hbw.com/node/54131> -
15 Acesso em 2 de dezembro de 2016).
- 16
- 17 Berduc, A., R. E. Lorenzón, and A. H. Beltzer. 2015. Patrones de diversidad de aves a lo
18 largo de un gradiente latitudinal de bosques ribereños del río Paraná medio, Argentina. *Revista*
19 *Mexicana de Biodiversidad* 86:419–430.
- 20
- 21 Bibby, C., Burgess N. D., and D. A. Hill. 1993. *Bird Census Techniques*: British Trust for
22 Ornithology and the Royal Society for the Protection of Birds. London: Academic Press.
- 23
- 24 Bierregaard, R. O., P. Boesman, and G. M. Kirwan. 2016. Roadside Hawk (*Rupornis*
25 *magnirostris*). In: del Hoyo J et al. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx
26 Edicions, Barcelona. (<http://www.hbw.com/node/53121> - Acesso em 2 de dezembro de 2016).
- 27 Brasil, Petróleo Brasileiro S/A. 1986. Projeto de preservação do solo. Rio de Janeiro.
- 28
- 29 Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: A*
30 *practical information-theoretic approach*, 2nd ed., New York: Springer-Verlag.
- 31
- 32 Cândido Jr, J. F. 2000. The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, São Paulo
33 State, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 8(1):9-16.
- 34

- 1 Cavarzere, V., G. P. Moraes, J. J. Roper, L. F. Silveira, and R. J. Donatelli. 2013.
2 Recommendations for monitoring avian populations with point counts: a case study in
3 Southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 53:439-449.
4
- 5 Chan, E. K. W., Y. T. Yu, Y. Zhang, and D. Dudgeon. 2008. Distribution Patterns of Birds
6 and Insect Prey in a Tropical Riparian Forest. *Biotropica* 40(5):623–629.
7
- 8 Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure.
9 *Austral Ecology* 18:117-143.
10
- 11 Clarke, K. R., and R. N. Gorley. 2006. Primer v6: user manual/tutorial. Plymouth Marine
12 Laboratory, Plymouth.
13
- 14 Domínguez-López, M. E., and R. Ortega-Álvarez. 2014. The importance of riparian habitats
15 for avian communities in a highly human modified Neotropical landscape. *Revista Mexicana*
16 *de Biodiversidad* 85:1217-1227.
17
- 18 Gimenes, M. R., and L. Anjos. 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades
19 de aves. *Acta Scientiarum* 25(2):391-402.
20
- 21 Gomez, D. M., and R. G. Anthony. 1998. Small mammal abundance in riparian and upland
22 areas of five seral stages in western Oregon. *Northwest Science* 72:293-302.
23
- 24 Gomez, D., L. Rivera, N. Politi, and R. Ruggera. 2016. Avifauna de los bosques ribereños de
25 las selvas pedemontanas del noroeste argentino. *Ornitología Neotropical* 27:47-57.
26
- 27 Guimarães, A. E., C. M. Lopes, R. P. de Mello, and J. Alencar. 2003. Mosquito (Diptera,
28 Culicidae) ecology in the Iguaçu National Park, Brazil. 1 – Habitat distribution. *Caderno de*
29 *Saúde Pública* 19(4):1107-1116.
30
- 31 Hansbauer, M. M., I. Storch, S. Leu, J. P. Nieto-Holguin, R. G. Pimentel, F. Knauer, and J. P.
32 W. Metzger. 2008. Movements of neotropical understory passerines affected by
33 anthropogenic forest edges in the Brazilian Atlantic rainforest. *Biological Conservation*
34 141:782-791.

- 1 Herzog, S. K., M. Kessler, and T. M. Cahill. 2002. Estimating species richness of tropical bird
2 communities from rapid assesment data. *Auk* 119:749-769.
3
- 4 Hilty, S. 2016. Ruby-crowned Tanager (*Tachyphonus coronatus*). In: del Hoyo J et al.
5 (eds.).Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona.
6 (<http://www.hbw.com/node/61617> - Acesso em 17 de Novembro de 2016).
7
- 8 Hines, J. E. 2006. PRESENCE 9. Software to estimate patch occupancy and related
9 parameters. USGS-PWRC. [http:// www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html](http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html)
10
- 11 Holt, R. D., T. H. Keitt, M. A. Lewis, B. A. Maurer, and M. L. Taper. 2005. Theoretical
12 models of species' borders: single species approaches. *Oikos* 108:18–27.
13
- 14 ICMBio, 1999. Plano de manejo do Parque Nacional do Iguaçu
15 (http://www.cataratasdoiguacu.com.br/manejo/siuc/planos_de_manejo/pni/html/index.htm / -
16 Acesso em 21 de abril de 2016).
17
- 18 ICMBio, 2014. Parque Nacional do Iguaçu (<http://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/> - Acesso
19 em 5 de março de 2016).
20
- 21 Joseph, L. 2016. Swainson's Flycatcher (*Myiarchus swainsoni*). In: del Hoyo, J., A. Elliot, J.
22 Sargatal, D. A. Christie, and E. Juana (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx
23 Edicions, Barcelona. (<http://www.hbw.com/node/57499> - Acesso em 2 de dezembro de 2016).
24
- 25 Kajtoch, L., T. Wilk, R. Bobrek, and M. Matysek. 2016. The importance of forests along
26 submontane stream valleys for bird conservation: The Carpathian example. *Bird Conservation*
27 *International* 26:350-365 .
28
- 29 Kindt, R., and R. Coe. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common
30 statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre
31 (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.
32
- 33 Laurance, W. F., J. L. C. Camargo, R. C. C. Luizão, S. G. Laurance, ST. L. Pimm, E. M.
34 Bruna, P. C. Stouffer, G. B. Williamson, J. Benítez-Malvido, H. L. Vasconcelos, K. S. V.

- 1 Houtan, C. E. Zartman, S. A. Boyle, R. K. Didham, A. Andrade, and T. E. Lovejoy. 2011.
2 The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*
3 144:56-67.
- 4
5 Legendre, P., and L. Legendre. 1998. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier Science.
- 6
7 MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, G. B. Lachman, S. Droege, J. A. Royle, and C. A. Langtimm.
8 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*
9 83(8): 2248-2255.
- 10
11 MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, K. H. Pollock, L. L. Bailey, and J. E. Hines.
12 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species
13 occurrence. Burlington: Elsevier.
- 14
15 McGarigal, K., and W. C. McComb. 1992. Streamside versus upslope breeding bird
16 communities in the central Oregon Coast Range. *Journal of Wildlife Management* 56:10-23.
- 17
18 Melo, L. A. M. N., R. V. Soares, J. D. P. Siqueira, and F. F. Kirchner. 2006. Modelagem de
19 combustíveis florestais no Parque Nacional do Iguaçu, PR, Brasil. *Floresta* 36(3):415-424.
- 20
21 Morellato, L. P. C., and C. F. B. Haddad. 2000. Introduction: the Brazilian Atlantic forest.
22 *Biotropica* 32: 786–792.
- 23
24 Morin, P. J. 2011. Community ecology. Oxford: Wiley-Blackwell.
- 25
26 Naiman, R. J., H. De'camps, and M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in
27 maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications* 3:209–212.
- 28
29 Oliveira-Filho, A. T., and M. A. L. Fontes. 2000. Patterns of floristic differentiation among
30 Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32: 793-810.
- 31
32 Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn, P. R. Minchin,
33 R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs, and H. Wagner.

- 1 2016. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-1. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=vegan)
2 [project.org/package=vegan](https://CRAN.R-project.org/package=vegan)
3
- 4 Patten, M. A., and B. D. Smith-Patten. 2012. Testing the microclimate hypothesis: light
5 environment and population trends of Neotropical birds. *Biological Conservation* 155:85–93.
6
- 7 Peres, C. A.. 1997. Primate community structure at twenty Amazonian flooded and unflooded
8 forests. *Journal of Tropical Ecology* 13:381-405
9
- 10 Pollock, H. S., Z. A. Cheviron, T. J. Agin, and J. D. Brawn. 2015. Absence of microclimate
11 selectivity in insectivorous birds of the Neotropical forest understory. *Biological*
12 *Conservation* 188:116–125.
13
- 14 R Development Core Team, 2015. R: A Language and Environment for Statistical
15 Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
16
- 17 Ramos, F. N., and F. A. M. Santos. 2006. Microclimate of Atlantic forest fragments: regional
18 and local scale heterogeneity. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(6):935-944.
19
- 20 Rannestad, O. T., D. Tsegaye, P. K. T. Muniah, and S. R. Moe. 2015. Bird abundance,
21 diversity and habitat preferences in the riparian zone of a disturbed wetland ecosystem – the
22 Kilombero Valley, Tanzania. *Wetlands* 35:521–532.
23
- 24 Remsen, J. V., J. I. Areta, C. D. Cadena, S. Claramunt, A. Jaramillo, J. F. Pacheco, J. Perez-
25 Eman, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. 2016. A classification of
26 the bird species of South America. American Ornithologists' Union.
27 <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
28
- 29 Rykken, J. J., A. R. Moldenke, and D. H. Olson. 2007. Headwater riparian forest-floor
30 invertebrate communities associated with alternative management practices. *Ecological*
31 *Applications* 17:1168-1183.
32
- 33 Santana, C. R., and L. Anjos. 2010. Associação de aves a agrupamentos de bambu na porção
34 sul da Mata Atlântica, Londrina, Estado do Paraná, Brasil. *Biota Neotropica* 10:39-44.

- 1 Scheer, M. B., and C. T. Blum. 2011. Arboreal diversity of the Atlantic Forest of Southern
2 Brazil: from the beach ridges to the Paraná river. In: Grillo, O., and G. Venora (eds). The
3 dynamical processes of biodiversity-case studies of evolution and spatial distribution. Rijeka:
4 Intech.
5
- 6 Shirley, S. M. 2005. Habitat use by riparian birds in old-growth coastal British Columbia
7 rainforest. *Willson Bulletin* 117(3):245-257.
8
- 9 Sekercioglu, Ç. H., S. R. Loarie, F. Oviedo-Brenes, C. D. Mendehall, G. C. Daily, and P. R.
10 Ehrlich. 2015. Tropical countryside riparian corridors provide critical habitat and connectivity
11 for seed-dispersing forest birds in a fragmented landscape. *Journal of Ornithology* 156(Suppl
12 1):S343–S35.
13
- 14 Sick, H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
15
- 16 Sigrist, T. 2013. Avifauna brasileira. Vinhedo: Avisbrasilis.
17
- 18 Stratford, J. A., and P. C. Stouffer. 2015. Forest fragmentation alters microhabitat availability
19 for Neotropical terrestrial insectivorous birds. *Biological Conservation* 188:109–115.
20
- 21 Tabarelli, M, A. V. Aguiar, M. C. Ribeiro, J. P. Metzger, and C. A. Peres. 2010. Prospects for
22 biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified
23 landscapes. *Biological Conservation* 143: 2328-2340.
24
- 25 Veloso, H. P., A. L. R. Range Filho, and J. C. A. Lima. 1991. Classificação da vegetação
26 Brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE.
27
- 28 Willrich, G. 2016. Pode um fragmento florestal abrigar uma metacomunidade composta de
29 organismos com alta capacidade dispersiva? Thesis. Universidade Estadual de Londrina,
30 Londrina, Brasil.
31
- 32 Wilman, H., J. Belmaker, J. Simpson, C. de la Rosa, M.M. Rivadeneira, and W. Jetz. 2014.
33 EltonTraits 1.0:species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*

1 95:2027. doi.org/10.1890/13-1917.1

2

3 Winkler, H., D. A. Christie, and G. M. Kirwan. 2016. Green-barred Woodpecker (*Colaptes*
4 *melanochloros*). In: del Hoyo, J et al. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx
5 Edicions, Barcelona. (<http://www.hbw.com/node/56267> - Acesso em 23 de novembro de
6 2016).

7

8 Woinarski, J. C. Z., C. Brock, M. Armstrong, C. Hempel, D. Cheal, and K. Brennan. 2000.
9 Bird distribution in riparian vegetation in the extensive natural landscape of Australia's
10 tropical savanna: a broad scale survey and analysis of a distributional database. *Journal of*
11 *Biogeography* 27:843-868.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

CAPÍTULO 2

Qual habitat matriz é mais amigável como zona de amortecimento em uma paisagem fragmentada?

(capítulo elaborado segundo normas da revista Avian Conservation & Ecology)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36

1 Research Paper

2

3 Barbara Rocha Arakaki Lindsey¹ and Luiz dos Anjos²

4

5 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina

6 ²Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina

7

8

9 Address of correspondent: Barbara Rocha Arakaki Lindsey: barbara_arakaki@hotmail.com

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

1 **Qual habitat matriz é mais amigável como zona de amortecimento em uma paisagem**
2 **fragmentada?**

3

4

Resumo

5 A fragmentação florestal resulta em manchas de habitat envoltas em uma matriz muitas vezes
6 hostil, que pode ter uma grande influência na ocorrência e dinâmica espacial das espécies. O
7 presente estudo tem como objetivo responder: qual tipo de matriz, dentre pastagem, cana-de-
8 açúcar e área em regeneração, é mais amigável como zona de amortecimento adjacente a um
9 grande to de floresta contínua? Foram analisadas diferenças entre abundância, composição e
10 ocupação de espécies de aves entre diferentes tipos de bordas. Adicionalmente, foi
11 investigado se as diferentes bordas selecionam certas características funcionais das espécies
12 em termos de atributos de dieta e massa corpórea. Os dados do presente estudo mostram que
13 os diferentes habitats adjacentes a diferentes matrizes possuem comunidades de aves distintas
14 e que a matriz regeneração seja o habitat mais amigável e que melhor funcionaria como zona
15 amortecimento. Com base nos modelos de ocupação, uma única espécie apresentou uma
16 maior probabilidade de ocupação no interior; porém, somente cinco espécies puderam ser
17 analisadas. Os atributos de dieta “Vertebrados” e de “Massa corpórea” foram selecionados
18 pelo habitat interior e o atributo de dieta “Fruto” foi selecionado pelo o habitat pastagem. Se a
19 floresta remanescente continuar sendo convertida em áreas de pastagem e agricultura, muito
20 provavelmente grande parte da avifauna regional perderá completamente seu habitat. Os
21 impactos dos diferentes tipos de bordas antrópicas sobre as espécies de aves têm uma
22 conseqüência nos processos ecológicos da paisagem estudada, como a dispersão de sementes,
23 o que pode afetar não só a Rebio das Perobas, mas também os fragmentos florestais próximos
24 a ela.

25

26 **Palavras-chave:** bordas antrópicas; cana-de-açúcar; floresta Atlântica; pastagem;
27 regeneração

1 Which matrix habitat is friendlier as buffer zone in a fragmented landscape?

2

3

Abstract

4 Forest fragmentation results in habitat patches surrounded by a hostile matrix, which may
5 have a great influence on the occurrence and spatial dynamics of the species. The present
6 study aims to answer: which type of matrix, among pasture, sugar cane and regenerating area,
7 is more friendly as a buffer zone adjacent to a large block of continuous forest? We analyzed
8 differences between abundance, composition and occupancy of bird species between different
9 types of borders. Additionally, we investigated how different edges select certain functional
10 characteristics of the species in terms of food and body mass. The data of the present study
11 shows that the different habitats adjacent to different matrices have different bird
12 communities and that the regeneration matrix is the most friendly habitat and that best
13 works as buffer zone. Based on the occupancy models, a single species presented a greater
14 probability of occupancy in the interior; however, only five species could be analyzed.
15 “Vertebrates” and “Body Mass” attributes were selected by forest interior and the diet
16 attribute “Fruit” was selected by the pasture habitat. If the remaining forest continues to be
17 converted into pasture and farmland, much of the regional avifauna will completely lose its
18 habitat. The impacts of different types of anthropic borders on bird species have a
19 consequence in the ecological processes of the studied landscape, such as seed dispersal,
20 which may affect not only the Perobas Reserve, but also the forest fragments near it .

21

22 **Key-words:** anthropogenic edges; sugar cane; Atlantic forest; pasture; regeneration

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

INTRODUÇÃO

1
2
3 A perda de habitat e a fragmentação florestal têm um grande impacto negativo e são as
4 principais causas da atual crise global da biodiversidade (Fahrig 2003, Boyle e Sigel 2015).
5 Os impactos da fragmentação são provenientes das mudanças que ocorrem na área de habitat,
6 na criação de limites de habitat e suas bordas associadas e na distribuição de fragmentos
7 florestais isolados por uma matriz hostil; a intensidade relativa de cada um desses fatores é
8 mediada pelo formato das áreas de habitat remanescentes, pelo tamanho do fragmento e seu
9 grau de isolamento e pela estrutura da matriz circundante da paisagem (Fahrig 2003, Gimenes
10 e Anjos 2003, Ewers e Didham 2005). Uma paisagem “biodiversidade-amigável” possui
11 grandes blocos de florestas maduras, uma rede de áreas protegidas fisicamente conectadas e
12 um uso mais eficiente da matriz, sob perspectivas ecológicas e de agricultura (Brascalion et
13 al. 2013).

14 A matriz que rodeia os fragmentos de habitat remanescentes pode ter uma grande
15 influência na ocorrência e dinâmica espacial das espécies (Driscoll et al. 2013). Um estudo
16 realizado na Costa Rica por Lindell et al. (2014) mostrou que áreas de agricultura têm um
17 valor ecológico muito pequeno para a maioria das espécies de aves locais, quando
18 comparadas com áreas florestais. Pelo conceito de hiperdinamismo há um aumento das
19 variações na frequência e/ou amplitude da população, comunidade e dinâmicas da paisagem
20 em habitats fragmentados (Laurance 2002). Assim, fragmentos seriam mais dinâmicos, isto é,
21 a composição de espécies seria mais variável ao longo do tempo. Se comparado a uma
22 floresta contínua, um fragmento florestal seria mais afetado pela estocasticidade ambiental e
23 pelas dinâmicas externas e perturbações das matrizes antrópicas. Uma das potenciais causas
24 do hiperdinamismo em paisagens fragmentadas é o efeito de borda, sendo que condições de

1 bordas variáveis são provavelmente os principais impulsionadores do hiperdinamismo
2 (Laurance 2002).

3 A perda de habitat e o aumento do efeito de borda decorrentes da fragmentação
4 florestal podem ocasionar mudanças na composição das comunidades florestais (Murcia
5 1995). Os efeitos de borda são diversas mudanças ecológicas associadas com fronteiras
6 naturais ou artificiais abruptas entre fragmentos de hábitat e o habitat matriz (Murcia 1995,
7 Laurance 2002), que afetam fortemente o microclima da floresta, a mortalidade de árvores, a
8 fauna e outros aspectos da ecologia do fragmento (Didham 1997, Turton e Freiburger 1997,
9 Laurance et al. 2011). Eles podem ser especialmente importantes em florestas tropicais
10 fragmentadas, onde a densa floresta que tem condições de quase sem vento, umidade e
11 temperaturas estáveis contrasta com as condições desfavoráveis, como baixa umidade e vento,
12 das pastagens, áreas de cultivo e outros habitats modificados adjacentes (Ries et al. 2004,
13 Laurance 2009). Porém, diversos estudos apontaram que a mortalidade de árvores, alterações
14 microclimáticas e a resistência de aves de sub-bosque à borda são reduzidos substancialmente
15 quando as bordas da floresta são amortecidas por áreas de floresta em recuperação, em
16 relação às bordas que estão adjacentes a pastagens (Laurance et al. 2011). Zona de
17 amortecimento foi definida por Sayer (1991) como áreas periféricas a parques ou reservas,
18 onde há restrições quanto ao uso de recursos e medidas especiais de desenvolvimento são
19 tomadas para aumentar o valor de conservação da área. Zonas de amortecimento de reservas
20 naturais devem ser grandes o suficiente para minimizar ao máximo os efeitos de borda, e a
21 distância varia de acordo com a comunidade alvo (Laurance 1997).

22 As respostas dos organismos de fragmentos de habitat às bordas é um componente
23 chave para o entendimento das dinâmicas da paisagem e para a melhor compreensão de como
24 as características da paisagem influenciam a abundância e distribuição dos organismos (Ries
25 et al. 2004). Entender como os animais respondem às bordas pode ser essencial para a

1 conservação (Lidicker 1999). Em uma floresta tropical da Colômbia Restrepo e Gómez
2 (1998) encontraram que guildas tróficas respondem de diferentes maneiras ao gradiente borda
3 de floresta/interior florestal: as taxas de captura de frugívoros foram mais altas tanto na borda
4 (0-10 m) como no interior da floresta (190-200 m). Por outro lado, as taxas de captura de
5 insetívoros foram mais altas no interior florestal e as taxas de captura de nectarívoros foram
6 mais altas na borda. Outros estudos sugerem que aves de maior porte corporal são mais
7 sensíveis às perturbações da cobertura vegetal ou menos prováveis de usar a borda,
8 comparados a aves menores (Thiollay 1995, Brand 2004).

9 O presente estudo tem como objetivo responder a seguinte pergunta: qual tipo de
10 matriz, dentre pastagem, cana-de-açúcar e área em regeneração, é mais amigável como zona
11 de amortecimento adjacente a um grande bloco de floresta contínua? Para responder a esta
12 pergunta foram analisadas quais diferenças são encontradas na riqueza, abundância,
13 composição e ocupação de espécies de aves que habitam diferentes tipos de bordas,
14 adjacentes a diferentes tipos de matriz (pastagem, cana-de-açúcar ou área em regeneração) em
15 relação ao interior florestal. Espera-se encontrar diferenças entre as comunidades presentes
16 nos diferentes tipos de bordas. A borda adjacente à área em regeneração deve ser a mais
17 amigável como zona de amortecimento, pois dentre as matrizes em questão é a mais parecida
18 com o habitat florestal. Adicionalmente, foi investigado se as diferentes bordas selecionam
19 certas características funcionais das espécies em termos de atributos de dieta e massa
20 corpórea. A hipótese é de que os diferentes tipos de bordas selecionem diferentes atributos de
21 dieta (Restrepo e Gómez 1998) e que o atributo de massa corpórea seja selecionado pelo
22 interior florestal (Thiollay 1995, Brand 2004).

23

24

25

MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica das Perobas (Rebio das Perobas), municípios de Tuneiras do Oeste e Cianorte, Paraná (25°09'12"S 053°50'42"O, Figura 1). A Rebio das Perobas, criada em 2006, possui uma área total de 8.716 ha e é uma Unidade de Conservação de proteção integral cuja vegetação predominante é a Floresta Estacional Semidecidual (Magalhães Junior et al. 2014). A vegetação é densa e apresenta uma grande variedade de espécies vegetais, constituídas por elementos arbóreos, elementos arbustivos, lianas e epífitas. Na Rebio das Perobas estão presentes espécies arbóreas ameaçadas de extinção como o palmito-jussara (*Euterpe edulis* Mart.), a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.), e o guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.), além de espécies mais comuns, como o cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), o óleo-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Steud.), o alecrim (*Holocalyx balansae* Micheli) e a canjarana (*Cabranea canjerana* (Vell.) Mart.; Magalhães Junior et al. 2014).

O clima da Rebio das Perobas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa subtropical úmido ou mesotérmico com verão quente, com temperaturas médias entre 15°C e 25°C e pluviosidade acima de 900 mm, igualmente distribuída ao longo do ano (Melo et al. 2006).

Em 2010 a área de cobertura de terra na zona de amortecimento da Rebio das Perobas estava dividida em pastagem (37,44%), floresta nativa (23,11%), cultivo de cana-de-açúcar (21,51%), agricultura de grãos (15,65%), cultivo de mandioca (1,71%) e plantação de eucalipto (0,57%; ICMBio 2012).



7 Figura 1 - Localização do Estado do Paraná na América do Sul e a região do estudo no
8 noroeste do Estado do Paraná, sul do Brasil .

9

10 **Procedimentos de campo**

11

12 *Locais de amostragem*

13

14 Quatro tipos de habitats foram amostrados: “Borda de Pastagem” (P;
15 $23^{\circ}51'40,4''$ S, $52^{\circ}46' 52,1''$ O); “Borda de Cana-de-açúcar” (C; $23^{\circ}51'38,9''$ S,
16 $52^{\circ}43'31,3''$ O); “Borda de Regeneração” (R; $23^{\circ}49'52,2''$ S, $52^{\circ}45'55,2''$ O) e “Interior” (I;
17 $23^{\circ}51' 17,2''$ S, $52^{\circ}43''27,8''$ O; Figura 2). Em cada habitat foram estabelecidas duas trilhas,
18 com seis pontos amostrais cada. As trilhas estavam distantes pelo menos 300 m entre si e a
19 menor distância entre os pontos amostrais foi de 80 m (Figura 3).

20 A área em regeneração, adjacente ao habitat R, ocupa aproximadamente 130 ha e
21 encontra-se em processo de regeneração desde o final da década de 1980, quando foi atingida
22 por fogo. Devido à dominância de samambaias que impedem o crescimento de espécies
23 arbóreas, essa área requer esporádica intervenção humana para acelerar a recuperação. Ainda,
24 espécies exóticas e invasoras estão presentes, como capim-colônião e braquiária (ICMBio
25 2012).

1 A)

2

3

4

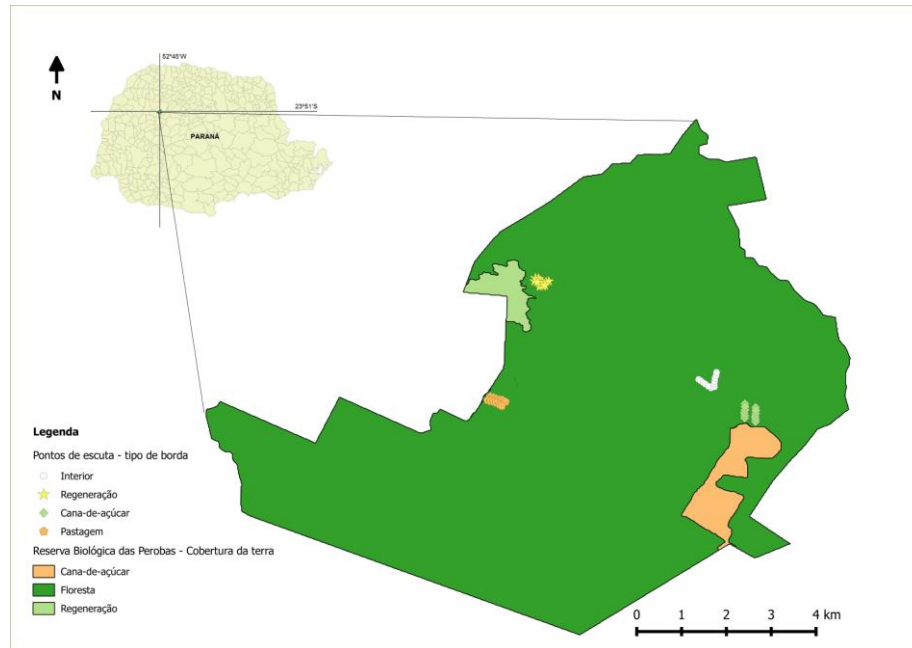
5

6

7

8

9



10

11 B)

12

13

14

15

16

17

18

19



20

21 Figura 2 – A) Localização da Rebio das Perobas no Estado do Paraná e os pontos amostrados

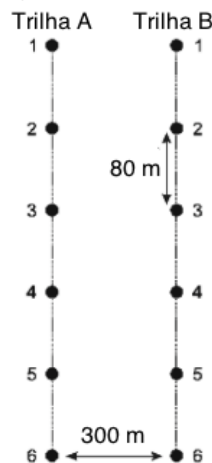
22 nos quatro diferentes habitats: Interior, Borda de Regeneração, Borda de Cana-de-açúcar e

23 Borda de Pastagem. As diferentes cores representam as diferentes coberturas da terra; B)

24 Imagem do Google Earth para melhor visualização do entorno da Rebio das Perobas.

25

1
2
3
4
5
6
7



8 Figura 3 – Esquema ilustrativo das duas trilhas estabelecidas em cada habitat, com seis pontos
9 amostrais cada. As trilhas estavam distantes pelo menos 300 m entre si e a menor distância
10 entre os pontos amostrais foi de 80 metros.

11

12 *Amostragem de aves*

13

14 O método de pontos de escuta com raio curto de 30 m (Bibby et al. 1993) foi
15 empregado na amostragem de aves. Este método se mostra bastante eficaz em estudos de
16 relações ave-habitat (Anjos et al. 2010). As amostragens foram realizadas durante os meses
17 de Novembro de 2013 e Fevereiro de 2014, meses de estação reprodutiva, nos quais as aves
18 têm maior probabilidade de serem detectadas pelo observador, por meio de suas vocalizações.

19

20 Cada conjunto de seis pontos de cada trilha foi considerado como a unidade amostral,
21 a qual era amostrada em um dia. Em cada dia os pontos de cada unidade amostral eram
22 amostrados consecutivamente 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e depois novamente invertendo-se a sequência,
23 6, 5, 4, 3, 2 e 1. Por exemplo, na trilha A em I, em um dia a sequência de amostragem dos
24 pontos era IA1, IA2, IA3, IA4, IA5, IA6, IA6, IA5, IA4, IA3, IA2, IA1. No dia seguinte a
25 sequência de amostragem dos pontos era invertida: IA6, IA5, IA4, IA3, IA2, IA1, IA1, IA2,
IA3, IA4, IA5, IA6. Cada unidade amostral foi amostrada durante dois dias, sendo portanto,

1 cada ponto amostrado quatro vezes (como se tivesse sido amostrado em quatro manhãs).
2 Estudos realizados na Floresta Atlântica com o método de pontos de escuta demonstraram que
3 3 a 5 dias de amostragem são suficientes para detectar mais de 90% das espécies registradas
4 em uma área amostral (Anjos 2007, Cavarzere et al. 2013). A amostragem tinha início
5 próximo ao nascer do sol, quando as aves diurnas começam a vocalizar, e se encerrava cerca
6 de 3.5 h após o início da amostragem do primeiro ponto. Cada ponto foi amostrado durante 10
7 min, com um intervalo de 10 min entre os pontos. De acordo com Anjos et al. (2010), o tempo
8 de 10 min é suficiente, se o observador estiver interessado em avaliar diferenças entre os
9 números de espécies de aves em diferentes locais; além disso, na FES, 96% das espécies são
10 registradas neste intervalo de tempo.

11 A taxonomia e nomenclatura seguiram *American Ornithologists' Union - South*
12 *American Classification Committee Checklist for South American Birds* (SACC; Remsen et
13 al. 2016).

14

15 **Análise estatística**

16

17 A abundância relativa de cada espécie de ave em cada um dos habitats foi obtida
18 através do Índice Pontual de Abundância – IPA, dividindo-se o número total de contatos de
19 dada espécie de ave pelo número total de pontos amostrados em cada unidade amostral
20 (Bibby et al. 1993). Assim um número de contatos de 30 para uma dada espécie resultava em
21 um IPA igual a 0.625 (30 contatos dividido por 48 pontos amostrados). Como complemento
22 desta análise, foi feito um gráfico que mostra as espécies de aves e suas respectivas
23 abundâncias em cada habitat (I, R, C e P). Este gráfico foi construído para comparar os quatro
24 habitats, quanto à presença/ausência e à abundância das espécies de aves. Cada espécie foi
25 codificada com um número de identidade e as espécies foram ordenadas de forma decrescente

1 com relação a sua abundância no habitat I. Esta ordenação e codificação permite que
2 comparações visuais possam ser feitas entre as unidades amostrais. Por exemplo, a espécie
3 codificada com o número 65 é *Elanoides forficatus* e foi registrada somente no habitat C. Já a
4 espécie codificada com o número 1 é *Basileuterus culicivorus*, que foi registrada em todos os
5 habitats, porém com abundâncias diferentes. A lista das espécies e seus respectivos números
6 de identidade encontram-se no Apêndice 1. O gráfico foi executado no software R (R
7 Development Core Team 2015), utilizando-se os pacotes “ggplot2” (Wickham 2009) e
8 “Rmisc” (Hope 2013).

9 Foi utilizada PERMANOVA (análise de variância permutacional) para verificar a
10 variação na estrutura das comunidades de aves (Anderson 2001). Esta análise foi executada
11 no software R (R Development Core Team 2015), utilizando-se os pacotes “vegan” (Oksanen
12 et al. 2016) e “BiodiversityR” (Kindt e Coe 2005).

13 Uma técnica de ordenação foi empregada para se verificar se há diferenças na
14 composição e abundância das espécies (Legendre e Legendre 1998, Morin 2011). O
15 escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) foi utilizado para visualizar a
16 similaridade na composição da comunidade entre os dois habitats (Clarke 1993).
17 Similaridades de Bray-Curtis foram utilizadas para se construir as matrizes de distância entre
18 as unidades amostrais. Os dados foram transformados por meio do *dispersion weighting*, para
19 diminuir a contribuição de espécies de alta abundância na similaridade e o NMDS foi
20 executado no software PRIMER versão 6 (Clarke e Gorley 2006).

21 Para cada espécie de ave registrada em pelo menos dois habitats, foi calculada a
22 probabilidade de ocupação nas diferentes áreas por meio de modelagem de ocupação de
23 estação única (*single-season occupancy modeling*; MacKenzie et al. 2002). Mais detalhes
24 sobre esta modelagem encontram-se na metodologia descrita no Capítulo 1 desta tese.

1 Para se investigar como os diferentes habitats poderiam selecionar certas
2 características funcionais, investigou-se atributos de dieta e de massa corpórea. As espécies de
3 aves foram categorizadas quanto ao tipo de atributo de acordo com Wilman et al. (2014).
4 Estes autores descrevem a dieta para cada espécie de ave, de acordo com a proporção de itens
5 alimentares utilizados, distribuídos em seis categorias: “Invertebrados”, “Vertebrados”,
6 “Fruto”, “Néctar”, “Semente” e “Planta”. A lista das espécies com seus respectivos atributos
7 funcionais e proporções se encontra no apêndice 2. A partir desta lista em conjunto com as
8 abundâncias das espécies de aves nos diferentes habitats foram então obtidos os valores
9 médios dos atributos da comunidade, “community-weighted mean trait value” (valores de
10 CWM; Ricotta e Moretti 2011). Os valores de CWM são as médias dos atributos de uma
11 comunidade (seis categorias de dieta e massa corpórea) ponderadas pela abundância relativa
12 de cada espécie de ave em cada habitat. Do ponto de vista ecológico esta métrica define os
13 atributos dominantes em uma comunidade (Mokany et al. 2008). O CWM foi calculado para
14 cada um dos seis atributos de dieta e para o atributo massa corpórea. Assim, para cada
15 atributo funcional analisado obtêm-se valores médios que podem ser comparados para
16 verificar se existe ou não um predomínio no valor de cada atributo por tipo de habitat. Os
17 valores de CWM para cada atributo foram obtidos a partir do pacote “FD” (Laliberté e
18 Legendre 2010, Laliberté et al. 2014) do software R (R Development Core Team 2015).
19 Foram construídos gráficos do tipo Radar para cada atributo, a fim de se melhor visualizar se
20 há seleção do atributo pelos diferentes habitats. Os gráficos foram construídos utilizando-se o
21 programa Microsoft Excel 2008 para Mac, versão 12.3.6. Ainda, o teste G foi empregado para
22 cada atributo para se verificar se os valores de CWM diferiram entre os habitats (Fowler e
23 Cohen 1996). O teste G foi calculado no software R (R Development Core Team 2015), com
24 o pacote “DescTools” (Signorell 2016).

- 1 **Tabela 1.** Espécies de aves que ocorreram nos habitats “Pastagem” (P), “Cana” (C),
 2 “Regeneração” (R) e “Interior Florestal” (IF), na Reserva Biológica das Perobas. Taxonomia
 3 segue American Ornithologists’ Union - South American Classification Committee Checklist
 4 for South American Birds (Remsen et al. 2016).

Espécie	Ocupação			
	P	C	R	IF
TINAMIDAE				
<i>Crypturellus obsoletus</i>				X
<i>Crypturellus tataupa</i>			X	X
CRACIDAE				
<i>Penelope superciliaris</i>				X
ACCIPITRIDAE				
<i>Elanoides forficatus</i>		X		
COLUMBIDAE				
<i>Patagioenas picazuro</i>	X	X	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>		X	X	X
CUCULIDAE				
<i>Piaya cayana</i>	X	X	X	
<i>Coccyzus americanus</i>		X	X	
TROGONIDAE				
<i>Trogon surrucura</i>	X	X	X	X
<i>Trogon rufus</i>			X	X
MOMOTIDAE				
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	X	X	X	X

RAMPHASTIDAE

<i>Ramphastos dicolorus</i>			X	X
<i>Selenidera maculirostris</i>	X	X	X	X
<i>Pteroglossus aracari</i>				X

PICIDAE

<i>Picumnus temminckii</i>			X	X
<i>Melanerpes flavifrons</i>		X	X	X
<i>Colaptes melanochloros</i>	X	X		
<i>Celeus galeatus</i>			X	X
<i>Dryocopus lineatus</i>			X	X

FALCONIDAE

<i>Micrastur semitorquatus</i>				X
--------------------------------	--	--	--	---

PSITTACIDAE

<i>Pionus maximiliani</i>			X	X
<i>Amazona aestiva</i>				X
<i>Pyrrhura frontalis</i>		X	X	X
<i>Psittacara leucophthalmus</i>			X	X

THAMNOPHILIDAE

<i>Hypoedaleus guttatus</i>				X
<i>Mackenziaena severa</i>		X	X	X
<i>Thamnophilus punctatus</i>				X
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	X		X	X
<i>Dysithamnus mentalis</i>	X		X	X
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>				X

<i>Drymophila malura</i>			X	
<i>Pyriglena leucoptera</i>	X	X	X	X
CONOPOPHAGIDAE				
<i>Conopophaga lineata</i>		X	X	X
RHINOCRYPTIDAE				
<i>Eleoscytalopus indigoticus</i>				X
FORMICARIIDAE				
<i>Chamaeza campanisona</i>			X	X
FURNARIIDAE				
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	X			X
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>			X	X
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>			X	X
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>				X
<i>Philydor rufum</i>			X	X
<i>Anabacerthia lichtensteini</i>			X	X
<i>Automolus leucophthalmus</i>			X	X
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	X	X		
<i>Synallaxis frontalis</i>				X
TYRANNIDAE				
<i>Myiopagis caniceps</i>	X	X	X	
<i>Myiopagis viridicata</i>			X	X
<i>Camptostoma obsoletum</i>		X	X	X
<i>Capsiempis flaveola</i>	X	X	X	X
<i>Phylloscartes ventralis</i>				X

<i>Leptopogon amaurocephalus</i>			X	X
<i>Myiornis auricularis</i>		X	X	
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i>			X	
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>			X	X
<i>Pitangus sulphuratus</i>	X			
<i>Myiodynastes maculatus</i>	X	X	X	
<i>Megarynchus pitangua</i>		X	X	X
<i>Sirystes sibilator</i>	X	X	X	X
PIPRIDAE				
<i>Chiroxiphia caudata</i>			X	X
TITYRIDAE				
<i>Tityra cayana</i>		X		
<i>Schiffornis virescens</i>			X	X
INCERTAE SEDIS				
<i>Piprites chloris</i>			X	X
CORVIDAE				
<i>Cyanocorax chrysops</i>		X	X	X
TURDIDAE				
<i>Turdus leucomelas</i>	X	X	X	X
<i>Turdus rufiventris</i>		X	X	X
THRAUPIDAE				
<i>Cissopis leverianus</i>			X	
<i>Trichothraupis melanops</i>			X	X
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i>			X	X

<i>Tachyphonus coronatus</i>	X		X	X
------------------------------	---	--	---	---

<i>Hemithraupis guira</i>		X	X	
---------------------------	--	---	---	--

<i>Conirostrum speciosum</i>		X	X	X
------------------------------	--	---	---	---

<i>Saltator similis</i>			X	X
-------------------------	--	--	---	---

<i>Saltator fuliginosus</i>				X
-----------------------------	--	--	--	---

CARDINALIDAE

<i>Habia rubica</i>			X	X
---------------------	--	--	---	---

PARULIDAE

<i>Basileuterus culicivorus</i>	X	X	X	X
---------------------------------	---	---	---	---

ICTERIDAE

<i>Cacicus haemorrhous</i>	X	X	X	X
----------------------------	---	---	---	---

FRINGILLIDAE

<i>Euphonia chlorotica</i>		X		
----------------------------	--	---	--	--

1

2

3

4

5

6

7

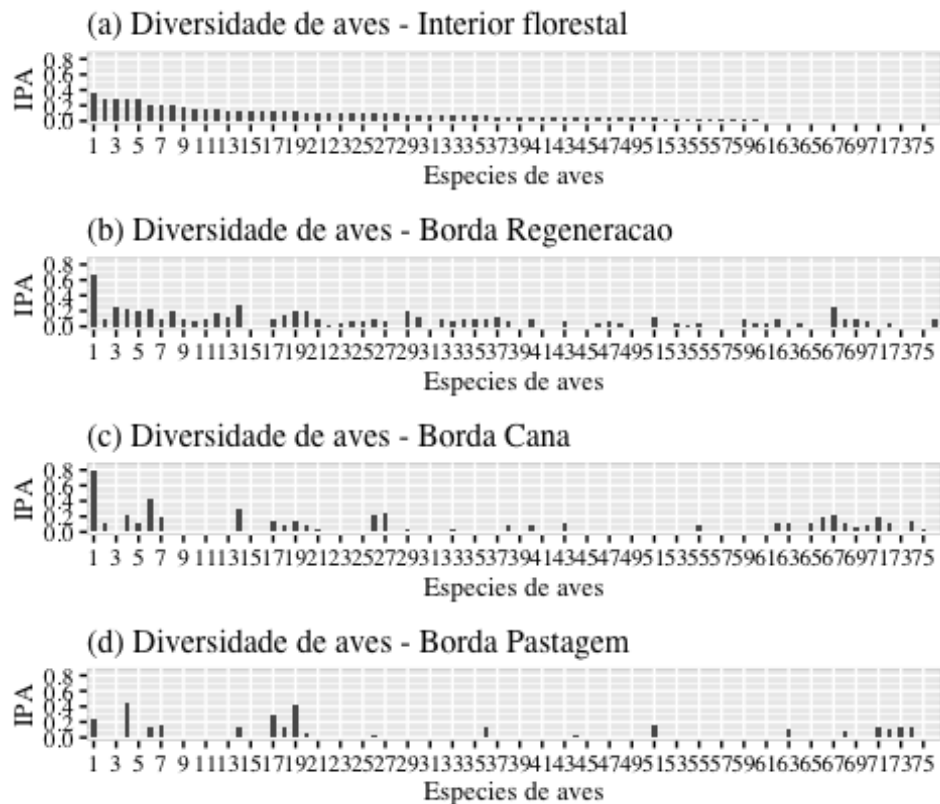
8

9

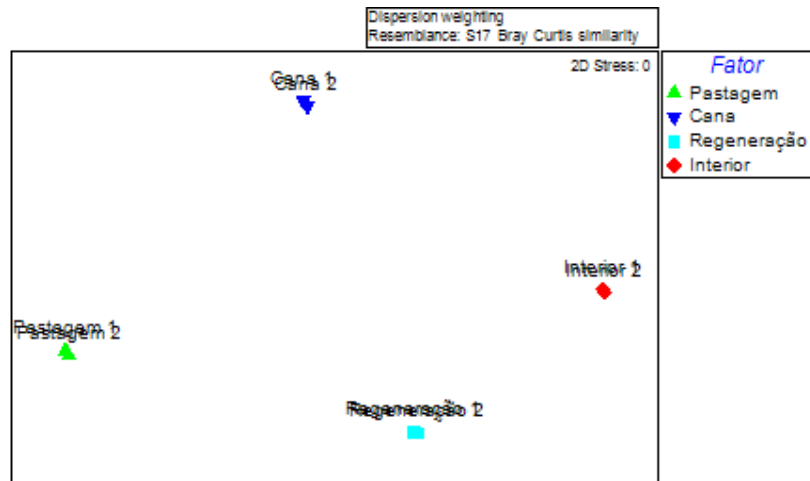
10

11

12



13 Figura 4 – Índice Pontual de Abundância das espécies de aves de cada habitat amostrado na
 14 Rebio das Perobas. No eixo x de cada gráfico, estão as 76 espécies de aves que foram
 15 amostradas quando se somaram todos os registros da avifauna nos 4 habitats. Cada espécie de
 16 ave foi codificada com um número de identidade (i.e., a espécie com o número 1 é a mesma
 17 para todos os habitats, também representada pelo mesmo número). As barras mostram o IPA
 18 de cada espécie.



1

2 Figura 5 – Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das comunidades de aves
 3 em 8 diferentes unidades amostrais (Pastagem 1, Pastagem 2, Cana 1, Cana 2, Regeneração 1,
 4 Regeneração 2, Interior 1 e Interior 2) na Rebio das Perobas.

5

6 Devido ao baixo número de contatos das espécies de aves de um modo geral nos
 7 habitats estudados na Rebio das Perobas, foi possível obter os modelos de probabilidade de
 8 ocupação para apenas cinco espécies (Tabela 2). A probabilidade de ocupação foi em função
 9 do habitat apenas para *Basileuterus culicivorus*, que teve maior probabilidade de ocupação no
 10 habitat interior (estimativa de ocupação de 99%, intervalo de confiança 0.9205-0.999); para as
 11 outras quatro espécies, o habitat não influenciou nem a probabilidade de ocupação, nem a
 12 probabilidade de detecção, ou seja, tiveram a mesma probabilidade de ocorrência entre todos
 13 os pontos amostrados.

14

15

16

17

18

19

1 **Tabela 2.** Melhores modelos testados para a probabilidade de ocupação como função dos
 2 diferentes tipos de habitat (P, C, R e I) na Reserva Biológica das Perobas. Ocupação (Ψ);
 3 probabilidade de detecção (p); diferença entre os modelos AICc (Δ AICc) e Peso de AICc.
 4 Taxonomia segue American Ornithologists' Union - South American Classification
 5 Committee Checklist for South American Birds (Remsen et al. 2016).
 6

Espécie	Modelo	Δ AICc	Peso de ⁷ AICc ⁸
TROGONIDAE			
<i>Trogon surrucura</i>	$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	0.00	0.4987
MOMOTIDAE			
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	0.00	0.377
THAMNOPHILIDAE			
<i>Dysithamnus mentalis</i>	$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	0.00	0.518 ¹⁴
PARULIDAE			
<i>Basileuterus culicivorus</i>	$\Psi(\text{habitat}), p(\cdot)$	0.00	0.904 ¹⁶
ICTERIDAE			
<i>Cacicus haemorrhous</i>	$\Psi(\cdot), p(\cdot)$	0.00	0.397 ¹⁸

20

21 Os gráficos com os valores de CWM distribuídos entre os quatro tipos de habitat para
 22 cada atributo funcional são mostrados nas Figuras 7 e 8. O habitat I selecionou os atributos:
 23 de dieta “Vertebrados” ($G = 17.989$, $P = 0.0004$) e de “Massa corpórea” ($G = 367.61$, $P <$
 24 $2.2e-16$). O habitat P selecionou o atributo de dieta “Fruto” ($G = 8.822$, $P = 0.031$). Os
 25 seguintes atributos de dieta não foram selecionados por nenhum habitat: “Invertebrados” ($G =$

1 0.180, $P = 0.987$), “Néctar” ($G = 2.404$, $P = 0.493$), “Semente” ($G = 5.274$, $P = 0.153$) e
2 “Planta” ($G = 3.503$, $P = 0.320$).

3 Não houve autocorrelação entre as distâncias geográficas das unidades amostrais e a
4 composição das espécies (Mantel $r = 0.063$, $P = 0.334$).

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

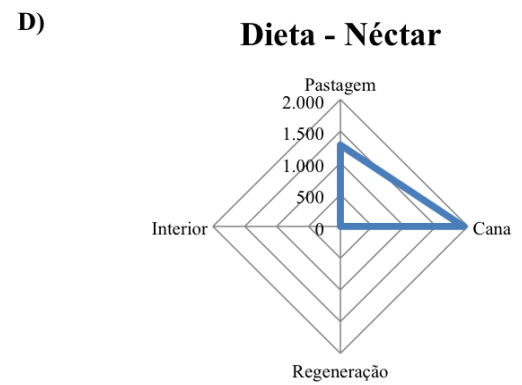
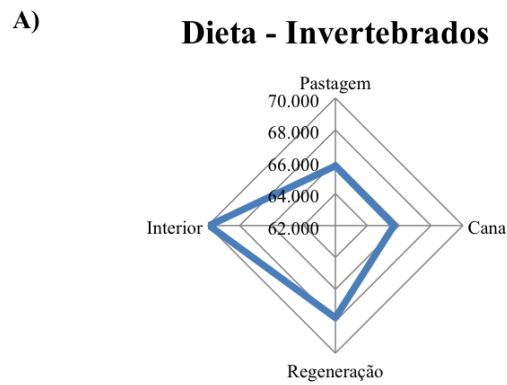
20

21

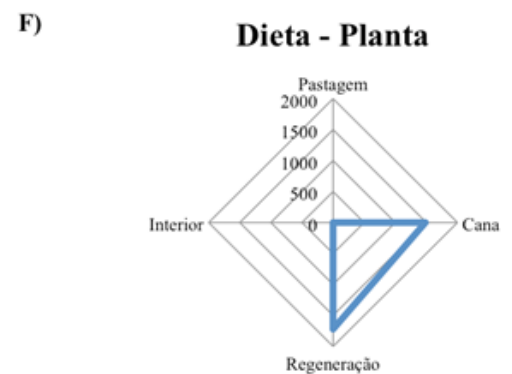
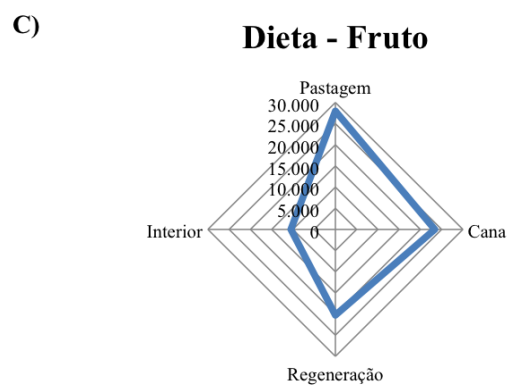
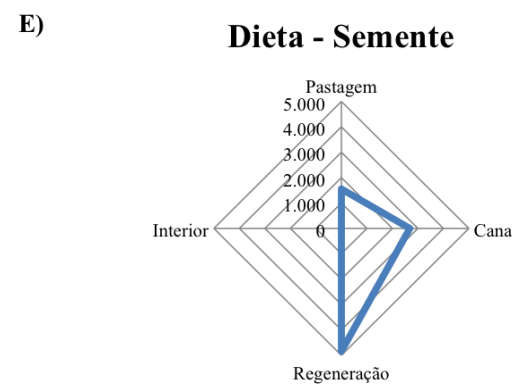
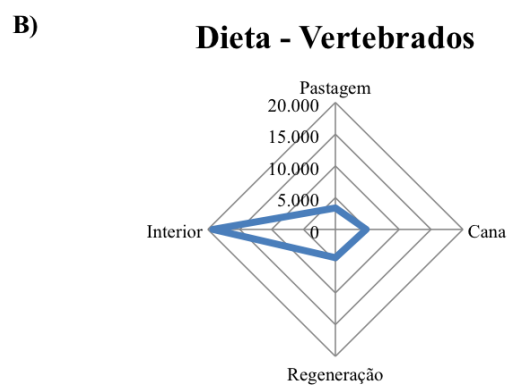
22

23

24



1



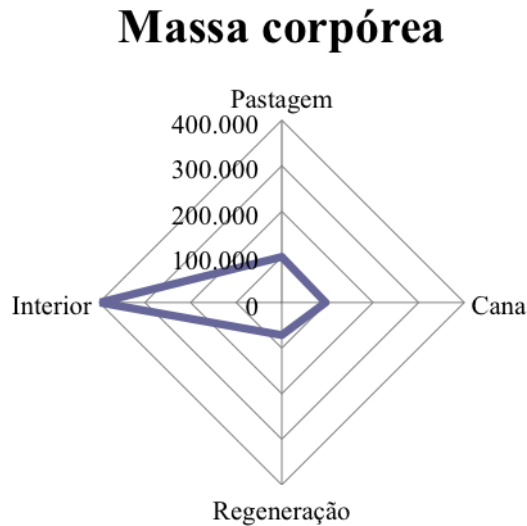
2

3 Figura 6 - Gráficos do tipo Radar que mostram a distribuição dos valores de CWM entre os
 4 diferentes tipos de habitat (Pastagem, Cana, Regeneração e Interior) amostrados na Rebio das
 5 Perobas, de acordo com os atributos funcionais de dieta: A) Invertebrados; B) Vertebrados; C)
 6 Fruto; D) Néctar; E) Semente e F) Planta.

7

8

1
2
3
4
5
6
7
8



9 Figura 7 – Gráfico do tipo Radar que mostra a distribuição dos valores de CWM entre os
10 diferentes tipos de habitat (Pastagem, Cana, Regeneração e Interior) amostrados na Rebio das
11 Perobas, de acordo com os atributos funcionais de Massa Corpórea.

12
13
14
15

DISCUSSÃO

16 Os dados do presente estudo sugerem que há diferença significativa entre a
17 composição das comunidades de aves dos habitats P, C, R e I. Também sugerem que R seja o
18 habitat mais amigável e que melhor funcionaria como zona amortecimento à ReBio das
19 Perobas. Com base nos modelos de ocupação, uma única espécie (*Basileuterus culicivorus*)
20 apresentou uma maior probabilidade de ocupação em I; porém, somente cinco espécies
21 puderam ser analisadas. Os atributos de dieta “Vertebrados” e de “Massa corpórea” foram
22 selecionados pelo habitat I e o atributo de dieta “Fruto” foi selecionado pelo o habitat P.

23 Proteger as bordas da floresta e a matriz adjacente é provavelmente a estratégia mais
24 importante para reduzir os impactos deletérios da fragmentação do habitat (Laurance et al.
25 2007), especialmente no caso da Rebio das Perobas. A vegetação da matriz tem um impacto

1 chave na dinâmica dos fragmentos florestais e deve ser vista como um potencial habitat e
2 potencial fonte de recursos, ao invés de uma simples barreira (Kupfer et al. 2006, Laurance et
3 al. 2007). Dentre os tipos de matriz analisados no presente estudo, a área em regeneração é o
4 tipo de matriz mais favorável como zona de amortecimento, pois a riqueza e a estrutura da
5 comunidade de aves deste habitat foi a que mais se assemelhou às do interior florestal da
6 Rebio das Perobas. Em reservas pequenas ou isoladas, a regeneração natural de zonas de
7 amortecimento podem amenizar os efeitos de borda na estrutura e composição da floresta
8 (Arroyo-Rodriguez et al. 2015, Martínez-Ramos et al. 2016). Estudos realizados em paisagens
9 com habitats heterogêneos na Amazônia (Mokross et al. 2014) e na floresta Atlântica (Brandt
10 et al. 2009) mostraram que a vegetação em regeneração ao redor de fragmentos florestais
11 pode amortecer os impactos negativos sobre espécies de aves de bandos mistos. A
12 regeneração natural (sucessão secundária) de floresta pode ser definida como o processo
13 gradual de recuperação da estrutura, função e composição do ecossistema pré-distúrbio; a
14 regeneração natural pode desempenhar um importante papel na restauração da paisagem em
15 regiões tropicais (Chazdon e Guariguata 2016). Florestas secundárias proporcionam serviços
16 ecossistêmicos que podem se tornar benefícios econômicos e a regeneração natural pode
17 reduzir os custos de restauração (Rezende 2005). No contexto de “biodiversidade-amigável”,
18 fragmentos de florestas secundárias podem não só serem habitados por espécies dependentes
19 de floresta, como também reter uma grande parte da biodiversidade florestal local (Brascalion
20 et al. 2013, Melo et al. 2013). Estudos demonstraram que a matriz pode ter um valor de
21 conservação (se tiver um manejo adequado e um nível de degradação não tão severo), atuando
22 como amortecimento dos efeitos da fragmentação (Resasco et al. 2016). Modificar a matriz
23 pode propiciar oportunidades para reduzir o isolamento e conseqüentemente o risco de
24 extinção de populações em paisagens fragmentadas (Ricketts 2001) e a implementação de
25 estratégias é importante para promover a dispersão de espécies e a conectividade através da

1 matriz não florestal (Bregman et al. 2014). Estratégias como a retenção de corredores e a
2 regeneração florestal em paisagens fragmentadas ajudam a minimizar os efeitos da
3 fragmentação florestal (Gillies e St. Clair 2010, Gillies et al. 2011, Laurance et al. 2011,
4 Bregman et al. 2014). A restauração de florestas pode melhorar os serviços ecossistêmicos e a
5 conservação da biodiversidade, mas não alcança a composição e estrutura da cobertura
6 florestal original (Chazdon 2008), o que reitera a importância de se conservar o habitat
7 florestal original, como no caso da ReBio das Perobas. Isto porque mesmo áreas protegidas
8 em reservas são influenciadas por distúrbios antrópicos indiretos que ameaçam a conservação
9 da biodiversidade tropical (Martínez-Ramos et al. 2016).

10 O presente estudo demonstrou que as áreas adjacentes à pastagem e ao plantio de
11 cana-de-açúcar foram bastante similares entre si quanto à composição de espécies de aves e
12 foram os habitats que apresentaram menor biodiversidade. Em um estudo realizado no
13 Panamá em diferentes tipos de habitats, desde o florestal até áreas de agricultura intensiva,
14 áreas com plantio de cana-de-açúcar foram as que apresentaram a menor riqueza e abundância
15 de espécies, menor número de espécies migratórias e estes resultados foram similares para as
16 áreas de pastagem (Petit et al. 1999, Petit e Petit 2013). Baseado em escores de importância, o
17 plantio de cana-de-açúcar e áreas de pastagem tiveram os menores valores de conservação,
18 quando comparados aos outros habitats analisados (total de 11 habitats amostrados; Petit e
19 Petit 2013). Coelho et al. (2016) analisaram as respostas funcionais das aves à características
20 da paisagem em 14 fragmentos florestais da floresta Atlântica. Eles encontraram que os
21 grupos funcionais “onívoros” e “floresta independente” foram negativamente impactados pelo
22 cultivo de cana e apenas uma espécie, *Colonia colonus*, foi relacionada positivamente com a
23 porcentagem de pastagem. Cerca de 40% da superfície da Terra sem gelo é ocupada por
24 pastagens e áreas de cultivo (Foley et al. 2011) e o aumento da população e demanda por
25 alimentos contribuem ainda mais para o desmatamento em andamento (Geist e Lambin 2002).

1 Para a região do estudo, a conversão da floresta em áreas de pastagem e cultivo muito
2 provavelmente resultará na completa perda de habitat para muitas espécies da avifauna
3 regional.

4 Treze espécies foram exclusivas de IF, dentre elas *Eleoscytalopus indigoticus*, que
5 possui status de conservação *Near Threatened* e tem sofrido com séria fragmentação de seu
6 habitat (Krabbe e Schulenberg 2016) e *Saltator fuliginosus*, cuja a maior parte do habitat
7 original tem sido destruído para dar lugar a agricultura e desenvolvimento antrópico (Brewer
8 2016).

9 *Basileuterus culicivorus* teve maior probabilidade de ocupação no interior florestal,
10 resultado semelhante ao estudo desenvolvido no capítulo 1. *B. culicivorus* é abundante na sua
11 área de distribuição (Sick 1997) e é considerada uma espécie comum (Curson 2016). Embora
12 essa espécie seja conhecida por ser generalista e menos sensível a variações na estrutura da
13 vegetação (Santana et al. 2012), habita a floresta úmida bem como mata secundária bem
14 desenvolvida onde um denso sub-bosque está presente (Curson 2016). Porém, os dados de
15 ocupação deste estudo e do estudo desenvolvido no capítulo 1 sugerem que esta espécie é de
16 interior de floresta e não de borda. Estudos posteriores deveriam ser conduzidos com esta
17 espécie para avaliar o potencial desta espécie com indicadora biológica.

18 No presente estudo, aves com maior massa corpórea foram associadas ao interior
19 florestal. Aves maiores tendem a não usar a borda e são mais sensíveis a perturbações na
20 vegetação, quando comparadas a aves menores (Thiollay 1995, Brand 2004). Sabe-se que
21 aves de tamanho grande e de baixa tolerância ao habitat matriz são mais vulneráveis à
22 extinção em fragmentos (Sieving e Karr 1997). Assim, pode-se concluir que para aves de
23 grande porte na área estudada, a conservação da área de interior do fragmento é de extrema
24 importância.

1 O atributo de dieta “Vertebrado” foi selecionado pelo interior florestal, ou seja, as
2 espécies de aves que em algum momento se alimentam de vertebrados são mais abundantes
3 nesse habitat. Um exemplo é *Micrastur semitorquatus*, espécie cuja dieta é composta 100%
4 de vertebrados (Wilman et al. 2014) e foi registrada somente no interior florestal. Porém
5 outras espécies que se alimentam de vertebrados em alguma proporção, como *Dendrocolaptes*
6 *platyrostris* e *Hypoedaleus guttatus* (Wilman et al. 2014) também foram associadas ao habitat
7 I; estas espécies provavelmente encontram recursos mais abundantes neste habitat e foram
8 exclusivas ou mais associadas a ele na Rebio das Perobas.

9 Alguns estudos demonstraram diferenças na guilda trófica frugívoros e no consumo de
10 frutos em bordas e interiores florestais: em um estudo realizado na floresta Atlântica do
11 estado da Bahia, a perda de cobertura florestal acarreta mudanças no consumo de frutos
12 (diminuição do consumo) nos interiores da floresta, mas não nas bordas (Menezes et al.
13 2016). Galetti et al. (2003) investigaram a remoção de frutos artificiais por aves em
14 fragmentos da floresta Atlântica do estado de São Paulo, em bordas antrópicas e interior
15 florestal. A matriz da paisagem deste estudo era composta por pastagem, plantações de cana-
16 de-açúcar, algodão, café, *Eucalyptus* e *Pinus*. Eles encontraram que uma maior quantidade de
17 frutos foi removida nas bordas do que no interior florestal. Aves que consomem frutos foram
18 mais comuns perto da borda do que no interior florestal em um estudo em Uganda (Dale et al.
19 2000). No presente estudo, o atributo “Fruto” foi selecionado pelo habitat adjacente à
20 pastagem, indicando maior abundância relativa de aves que consomem frutos neste habitat e
21 provável maior oferta deste recurs. Possivelmente a exposição da borda a uma diferente
22 luminosidade pode afetar a visibilidade dos frutos e sua probabilidade de consumo por
23 frugívoros que se orientam visualmente (Galetti et al. 2003). A fragmentação florestal e as
24 bordas antrópicas podem afetar a relação mutualística entre plantas e animais, impactando a
25 diversidade de plantas localmente ou a redução na dispersão de sementes. No presente estudo

1 a borda com pastagem teve uma maior abundância de frugívoros. Isto pode ser uma
2 oportunidade para maior dispersão de sementes a fragmentos pequenos que estejam próximos
3 da Rebio das Perobas. Assim, embora seja ruim para a Rebio em si, a borda com pastagem
4 pode ser útil para fragmentos florestais próximos ou para áreas em regeneração.

5 Nossos resultados mostram que os diferentes habitats adjacentes a diferentes matrizes
6 possuem comunidades de aves distintas. A área em regeneração foi considerada a melhor
7 zona de amortecimento. Se a floresta remanescente continuar sendo convertida em áreas de
8 pastagem e agricultura, e provavel que grande parte da avifauna regional perca
9 completamente seu habitat. Os impactos dos diferentes tipos de bordas antrópicas sobre as
10 espécies de aves têm uma conseqüência nos processos ecológicos da paisagem estudada,
11 como a dispersão de sementes, o que pode afetar não só a Rebio das Perobas, mas também os
12 fragmentos florestais próximos à Reserva.

13

14 **Agradecimentos**

15

16 Uma bolsa de estudos foi concedida a BRAL pela CAPES/Fundação Araucária; uma
17 bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior foi concedida a BRAL pela CAPES
18 (processo 99999.012747/2013-00); uma bolsa de produtividade em pesquisa foi concedida a
19 LA pelo CNPq (305593/07-2 e 201476/07-0). Os autores agradecem ao Programa de Pós-
20 Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, à Dra. Kathryn E.
21 Sieving e ao Departamento de *Wildlife Ecology & Conservation* da *University of Florida* , ao
22 ICMBio, pela autorização do estudo na Reserva Biológica das Perobas (número da licença
23 36241-2) e ao pessoal da Rebio por todo o suporte, especialmente a A. Guilherme Cândido da
24 Silva que acompanhou BRAL a todas as amostragens de campo, e ao ex-chefe da Rebio das
25 Perobas Carlos Alberto Ferraresi De Giovanni (in memorian).

1 LITERATURA CITADA

2

3 Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.
4 *Austral Ecology* 26:32-46.

5

6 Anjos, L. 2007. A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da
7 riqueza de aves. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15:239-243.

8

9 Anjos, L., G. H. Volpato, L. B. Mendonca, P. P. Serafini, E. V. Lopes, R. Bocon, and M. V.
10 Bisheimer. 2010. Técnicas de levantamento quantitativo de aves em ambiente florestal; uma
11 análise comparativa baseada em dados empíricos. In: Von Matter, S., F. Straube, I. Accordi,
12 V. Piacentini, and J. F. Candido Jr. (Org). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada,*
13 *técnicas de pesquisa e levantamento*, 1ª ed., Rio de Janeiro: Technical Books Editora, p. 63-
14 76.

15

16 Arroyo-Rodríguez, V., F. P. L. Melo, M. Martinez-Ramos, F. Bongers, R. L. Chazdon, J. A.
17 Meave, N. Norden, B. A. Santos, I. R. Leal, and M. Tabarelli. 2015. Multiple successional
18 pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest
19 fragmentation and landscape ecology research. *Biological Reviews* doi: 10.1111/brv.12231.

20

21 Bibby, C., N. D. Burgess, and D. A. Hill. 1993. *Bird Census Techniques*: British Trust for
22 Ornithology and the Royal Society for the Protection of Birds. London: Academic Press.

23

24 Boyle, W. A., and B. J. Sigel. 2015. Ongoing changes in the avifauna of La Selva Biological
25 Station, Costa Rica: Twenty-three years of Christmas Bird Counts. *Biological Conservation*
26 188:11–21.

27

28 Brand, L. A. 2004. Prediction and assessment of edge response and abundance for desert
29 riparian birds in southeastern Arizona. Dissertation. Colorado State University, Fort Collins,
30 USA.

31

32 Brandt, C. S., H. Hasenack, R. R. Laps, and S. M. Hartz. 2009. Composition of mixed
33 species bird flocks in forest fragments of southern Brazil. *Zoologia* 26:488–498.

- 1 Brascalion P. H. S., F. P. L. Melo, M. Tabarelli, and R. R. Rodrigues. 2013. Restoration
2 Reserves as biodiversity safeguards in human-modified landscapes. *Natureza & Conservação*
3 11(2):186-190.
4
- 5 Bregman, T., C. H. Sekercioglu, and J. A. Tobias. 2014. Global patterns and predictors of bird
6 species responses to forest fragmentation: Implications for ecosystem function and
7 conservation. *Biological Conservation* 169:372–383.
8
- 9 Brewer, D. 2016. Black-throated Grosbeak (*Saltator fuliginosus*). In: del Hoyo, J et al. (eds.).
10 Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona.
11 (<http://www.hbw.com/node/62195> - Acesso em 29 de novembro de 2016).
12
- 13 Cavarzere, V., G. P. Moraes, J. J. Roper, L. F. Silveira, and R. J. Donatelli. 2013.
14 Recommendations for monitoring avian populations with point counts: a case study in
15 Southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 53:439-449.
16
- 17 Chazdon, R. L. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on
18 degraded lands. *Science* 320:1458-1460.
19
- 20 Chazdon, R. L., and M. R. Guariguata MR. 2016. Natural regeneration as a tool for large-
21 scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica* 48(6):716-730.
22
- 23 Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure.
24 *Austral Ecology* 18:117-143.
25
- 26 Clarke, K. R., and R. N. Gorley. 2006. Primer v6: user manual/tutorial. Plymouth Marine
27 Laboratory, Plymouth.
28
- 29 Coelho, M. T. P., M. Raniero, M. I. Silva, and E. Hasui. 2016. The effects of landscape
30 structure on functional groups of Atlantic forest birds. *The Wilson Journal of Ornithology*
31 128(3):520-534
32

- 1 Curson, J. 2016. Golden-crowned Warbler (*Basileuterus culicivorus*). In: del Hoyo J et al.
2 (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona.
3 (<http://www.hbw.com/node/61551> - Acesso em 29 de Novembro de 2016).
4
- 5 Dale, S., K. Mork, R. Solvang, and A. J. Plumptre. 2000. Edge effects on the understorey bird
6 community in logged forest in Uganda. *Conservation Biology* 14(1): 265-176.
7
- 8 Didham, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter
9 invertebrates in Central Amazonia. In: Laurance, W. F., and R. O. Bierregaard. Tropical
10 forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.
11 Chicago: The University of Chicago Press.
12
- 13 Driscoll, D. A., S. C. Banks, P. S. Barton, D. B. Lindenmayer, and A. L. Smith. 2013.
14 Conceptual domain of the matrix in fragmented landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*
15 28:605-613.
16
- 17 Ewers, R. M., and R. K. Didham. 2005. Confounding factors in the detection of species
18 responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews* 81:117-142.
19
- 20 Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology,*
21 *Evolution, and Systematics* 34:487–515.
22
- 23 Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D.
24 Mueller, C. O’Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J.
25 hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockstrom, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, and D. P. M.
26 Zaks. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337–342.
27
- 28 Fowler, J., and L. Cohen. 1996. Statistics for Ornithologists. London: British Trust for
29 Ornithology.
30
- 31 Galetti, M., C. P. Alves-Costa, and E. Cazetta. 2003. Effects of forest fragmentation,
32 anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. *Biological*
33 *Conservation* 111:269-273.
34

- 1 Geist, H. J., and E. F. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of
2 tropical deforestation. *Bioscience* 52:143–150.
- 3
- 4 Gillies, C. S., and C. C. St Clair. 2010. Functional responses in habitat selection by tropical
5 birds moving through fragmented forest. *Journal of Applied Ecology* 47:182–190.
- 6
- 7 Gillies, C.S., H. L. Beyer, and C. C. St Clair. 2011. Fine-scale movement decisions of tropical
8 forest birds in a fragmented landscape. *Ecological Applications* 21:944–954.
- 9
- 10 Gimenes, M. R., and L. Anjos. 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades
11 de aves. *Acta Scientiarum* 25(2):391-402.
- 12
- 13 Hope, R. M. 2013. “Rmisc: Ryan miscellaneous. R package version 1.5”.
- 14
- 15 ICMBio, 2012. Plano de Manejo da Reserva Biológica das Perobas. Brasília, Instituto Chico
16 Mendes de Conservação da Biodiversidade
17 ([http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/REBIO%20DAS%20PEROBAS%20-](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/REBIO%20DAS%20PEROBAS%20-%20FINAL2.pdf)
18 [%20FINAL2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/REBIO%20DAS%20PEROBAS%20-%20FINAL2.pdf) - Acesso em 2 de dezembro de 2016).
- 19
- 20 Kindt, R., and R. Coe. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common
21 statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre
22 (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.
- 23
- 24 Krabbe, N. K., and T. S. Schulenberg. 2016. White-breasted Tapaculo (*Scytalopus*
25 *indigoticus*). In: del Hoyo et al. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx
26 Edicions, Barcelona. (<http://www.hbw.com/node/56947> - Acesso em 29 de novembro de
27 2016).
- 28
- 29 Kupfer, J. A., G. P. Malanson, and GP Franklin. 2006. Not seeing the ocean for the islands:
30 the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Global*
31 *Ecology and Biogeography* 15:8-20.
- 32
- 33 Laliberté, E., and P. Legendre. 2010. A distance-based framework for measuring functional
34 diversity from multiple traits. *Ecology* 91:299-305.

- 1 Laliberté, E., P. Legendre, and B. Shipley. 2014. FD: measuring functional diversity from
2 multiple traits, and other tools for functional ecology. R package version 1.0-12.
3
- 4 Laurance, W. F. 1997. Introduction: edge effects in fragmented forests. In: Laurance, W. F.,
5 and R. O. Bierregaard. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of
6 fragmented communities. Chicago: The University of Chicago Press.
7
- 8 Laurance, W.F. 2002. Hyperdynamism in fragmented habitats. *Journal of Vegetation Science*
9 13: 595-602.
10
- 11 Laurance, W. F. 2009. Beyond island biogeography theory: Understanding habitat
12 fragmentation in the real world. In: Losos, J. B., and R. E. Ricklefs (eds). The Theory of
13 Island Biogeography Revisited. Princeton: Princeton University Press.
14
- 15 Laurance, W. F., J. L. C. Camargo, R. C. C. Luizao, S. G. Laurance, S. L. Pimm, E. M.
16 Bruna, P. C. Stouffer, G. B. Williamson, J. Benitez-Malvido, H. L. Vasconcelos, K. S. Van
17 Houtan, C. E. Zartman, S. A. Boyle, R. K. Didham, A. Andrade, and T. E. Lovejoy. 2011.
18 The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*
19 144:56-67.
20
- 21 Legendre, P., and L. Legendre. 1998. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier Science.
22
- 23 Lidicker, W. Z. 1999. Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape*
24 *Ecology* 14:333-343.
25
- 26 Lindell, C. A., W. H. Chomentowski, and J. R. Zook. 2004. Characteristics of bird species
27 using forest and agricultural land covers in southern Costa Rica. *Biodiversity and*
28 *Conservation* 13: 2419–2441.
29
- 30 MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, G. B. Lachman, S. Droege, J. A. Royle, and C. A. Langtimm.
31 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*
32 83(8): 2248-2255.
33

- 1 Magalhães Júnior, C. A. O., H. O. Filho, R. L. Delariva. 2014. Reserva Biológica das
2 Perobas: uma ilha de biodiversidade no Noroeste do Paraná. Curitiba: Universidade Federal
3 do Paraná.
- 4
- 5 Martínez-Ramos, M., I. A. Ortiz-Rodriguez, D. Pinero, R. Dirzo, and J. Sarukhan. 2016.
6 Anthropogenic disturbances jeopardize biodiversity conservation within tropical rainforest
7 reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*
8 113(19):5323–5328.
- 9
- 10 Melo, L. A. M. N., R. V. Soares, J. D. P. Siqueira, and F. F. Kirchner. 2006. Modelagem de
11 combustíveis florestais no Parque Nacional do Iguazu, PR, Brasil. *Floresta* 36(3):415-424.
- 12
- 13 Melo, F. P. L., V. Arroyo-Rodríguez, L. Fahrig, M. Martínez-Ramos, and M. Tabarelli. 2013.
14 On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*
15 28(8):462-468.
- 16
- 17 Menezes, I., E. Cazetta, J. V. Monrante Filho, and D. Faria. 2016. Forest cover and bird
18 diversity: drivers of fruit consumption in forest interiors in the Atlantic forest of southern
19 Bahia, Brazil. *Tropical Conservation Science* 9(1):549-562.
- 20
- 21 Mittermeier, R. A., G. A. B. Da Fonseca, A. B. Rylands, and K. Brandon. 2005. A brief
22 history of biodiversity conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19(3):601-607
- 23
- 24 Mokany, K. J., J. Ash, and S. Roxburgh. 2008. Functional identity is more important than
25 diversity in influencing ecosystem processes in a temperate native grassland. *Journal of*
26 *Ecology* 96:884–893.
- 27
- 28 Mokross, K., T. B. Ryder, M. C. Cortes, J. D. Wolfe, and P. C. Stouffer. 2014. Decay of
29 interspecific avian flock networks along a disturbance gradient in Amazonia. *Proceedings of*
30 *the Royal Society B* 281(1776):1-10.
- 31
- 32 Morin, P. J. 2011. Community ecology. Oxford: Wiley-Blackwell.
- 33

- 1 Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree* 10:
2 58-62.
3
- 4 Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin,
5 R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs, and H. Wagner.
6 2016. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-1. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=vegan)
7 [project.org/package=vegan](https://CRAN.R-project.org/package=vegan)
8
- 9 Petit, L. J., D. R. Petit, D. G. Christian, and H. D. W. Powell. 1999. Bird communities of
10 natural and modified habitats in Panama. *Ecography* 22:292–304.
11
- 12 Petit, L. J., and D. R. Petit. 2003. Evaluating the importance of human-modified lands for
13 Neotropical bird conservation. *Conservation Biology* 17(3):687–694.
14
- 15 R Development Core Team, 2015. R: A Language and Environment for Statistical
16 Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
17
- 18 Remsen, J. V., J. I. Areta, C. D. Cadena, S. Claramunt, A. Jaramillo, J. F. Pacheco, J. Perez-
19 Eman, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. 2016. A classification of
20 the bird species of South America. American Ornithologists' Union.
21 <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>
22
- 23 Resasco, J., E. M. Bruna, N. M. Haddad, C. Banks-Leite, and C. R. Margules. 2016. The
24 contribution of theory and experiments to conservation in fragmented landscapes. *Ecography*
25 doi: [10.1111/ecog.02546].
26
- 27 Restrepo, C., and N. Gómez. 1998. Responses of understory birds to anthropogenic edges in a
28 neotropical montane forest. *Ecological Applications* 8(1):170-183.
29
- 30 Rezende, C. L., A. Uezu, F. R. Scarano, and D. S. D. Araujo. 2015. Atlantic Forest
31 spontaneous regeneration at landscape scale. *Biodiversity and Conservation*, 24:2255–2272.
32

- 1 Ribeiro, M. C., J. P. Metzger, A. C. Martensen, F. J. Ponzoni, and M. M. Hirota. 2009. The
2 Brazilian Atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?
3 Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.
4
- 5 Ricketts, T. H. 2001. The matrix matters: Effective isolation in fragmented landscapes. *The*
6 *American Naturalist* 58(1):87-99.
7
- 8 Ricotta, C., and M. Moretti. 2011. CWM and Rao's quadratic diversity: a unified framework
9 for functional ecology. *Oecologia* 167:181-188.
10
- 11 Ries, L., R. J. Fletcher, J. Battin, and T. D. Sisk. 2004. Ecological responses to habitat edges:
12 Mechanisms, Models, and Variability Explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and*
13 *Systematics* 35:491-522.
14
- 15 Santana, C. R., G. M. Bochio, and L. Anjos. 2012. Variations in the abundance of three
16 Parulidae species in the southern portion of the Brazilian Atlantic Forest, state of Paraná.
17 *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84(3): 721-726.
18
- 19 Sayer, J. 1991. Rainforest buffer zones: Guidelines for protected area managers. Gland,
20 Switzerland: IUCN-The World Conservation Union, Forest Conservation Programme.
21
- 22 Sick H, 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
23
- 24 Sieving, K. E., and J. R. Karr. 1997. Avian extinction and persistence mechanisms in lowland
25 Panama. In: Laurance, W. F., and R. O. Bierregaard. Tropical forest remnants: ecology,
26 management and conservation of fragmented communities. Chicago: The University of
27 Chicago Press.
28
- 29 Signorell, A. 2016. DescTools: Tools for descriptive statistics. R package version 0.99.18.
30
- 31 Tabarelli, M, A. V. Aguiar, M. C. Ribeiro, J. P. Metzger, and C. A. Peres. 2010. Prospects for
32 biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified
33 landscapes. *Biological Conservation* 143: 2328-2340.
34

- 1 Thiollay, J. M. 1995. The role of traditional agroforests in the conservation of rain forest bird
2 diversity in Sumatra. *Conservation Biology* 9:335–353.
3
- 4 Turton, S. M., and H. J. Freiburger. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a
5 small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: Laurance,
6 W. F., and R. O. Bierregaard (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management and
7 conservation of fragmented communities*. Chicago: The University of Chicago Press, cap. 4,
8 p. 45-54.
9
- 10 Wickham H, 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
11
- 12 Wilman, H., J. Belmaker, J. Simpson, C. de la Rosa, M.M. Rivadeneira, and W. Jetz. 2014.
13 EltonTraits 1.0:species-level foraging attributes of the world’s birds and mammals. *Ecology*
14 95:2027. doi.org/10.1890/13-1917.1
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

Apêndice 1 – Lista das espécies de aves e seus códigos, os quais foram usados na elaboração da Figura 4, que mostra as espécies de aves e suas respectivas abundâncias em cada habitat: P, C, R e I.

1	<i>Basileuterus culicivorus</i>	39	<i>Lepidocolaptes fuscus</i>
2	<i>Conopophaga lineata</i>	40	<i>Melanerpes flavifrons</i>
3	<i>Mackenziaena severa</i>	41	<i>Penelope superciliaris</i>
4	<i>Baryphtengus ruficapillus</i>	42	<i>Pteroglossus aracari</i>
5	<i>Cyanocorax chrysops</i>	43	<i>Pyrrhura frontalis</i>
6	<i>Cacicus haemorrhous</i>	44	<i>Sittasomus griseicapillus</i>
7	<i>Pyriglena leucoptera</i>	45	<i>Synallaxis frontalis</i>
8	<i>Trichothraupis melanops</i>	46	<i>Trogon rufus</i>
9	<i>Ramphastos dicolorus</i>	47	<i>Chiroxiphia caudata</i>
10	<i>Habia rubica</i>	48	<i>Philydor rufus</i>
11	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	49	<i>Phylloscartes ventralis</i>
12	<i>Philydor liechtensteini</i>	50	<i>Pyrrhocomma ruficeps</i>
13	<i>Automolus leucophthalmus</i>	51	<i>Tachyphonus coronatus</i>
14	<i>Dysithamnus mentalis</i>	52	<i>Amazona aestiva</i>
15	<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	53	<i>Crypturellus tataupa</i>
16	<i>Hypoedaleus guttatus</i>	54	<i>Dryocopus galeatus</i>
17	<i>Selenidera maculirostris</i>	55	<i>Megarhynchus pitangua</i>
18	<i>Trogon surrucura</i>	56	<i>Micrastur semitorquatus</i>
19	<i>Turdus leucomelas</i>	57	<i>Saltator fuliginosus</i>
20	<i>Capsiempis flaveola</i>	58	<i>Thamnophilus punctatus</i>
21	<i>Dryocopus lineatus</i>	59	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>

22	<i>Myiopagis viridicata</i>	60	<i>Xiphocolaptes albicollis</i>
23	<i>Picumnus temminckii</i>	61	<i>Cissops levariana</i>
24	<i>Piprites chloris</i>	62	<i>Coccyzus americanus</i>
25	<i>Saltator similis</i>	63	<i>Colaptes melanochloros</i>
26	<i>Sirystes sibilator</i>	64	<i>Drymophila malura</i>
27	<i>Turdus rufiventris</i>	65	<i>Elanoides forficatus</i>
28	<i>Eleosytalopus indigoticus</i>	66	<i>Euphonia chlorotica</i>
29	<i>Camptostoma obsoletum</i>	67	<i>Hemithraupis guira</i>
30	<i>Chamaeza campanisona</i>	68	<i>Myiodinastes maculatus</i>
31	<i>Crypturellus obsoletus</i>	69	<i>Myiopagis caniceps</i>
32	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	70	<i>Myiornis auricularis</i>
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	71	<i>Patagioenas picazuro</i>
34	<i>Pionus maximiliani</i>	72	<i>Piaya cayana</i>
35	<i>Schiffornis virescens</i>	73	<i>Pitangus sulphuratus</i>
36	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	74	<i>Synallaxis rufficapilla</i>
37	<i>Aratinga leucophthalmus</i>	75	<i>Tityra cayana</i>
38	<i>Conirostrum speciosum</i>	76	<i>Todirostrum plumbeiceps</i>

1

2

3

4

5

6

7

Apêndice 2 - Espécies de aves amostradas nos quatro habitats da Rebio das Perobas, com seus respectivos atributos funcionais (Dieta: Invertebrados, Vertebrados, Fruto, Néctar, Semente e Planta) e proporções em porcentagem de uso, exceto para o atributo “Massa Corpórea”, que apresenta os valores em gramas (g), de acordo com Wilman et al. (2014).

Espécies de aves	Dieta Invertebrados ¹	Dieta Vertebrados ²	Dieta Futo ³	Dieta Néctar ⁴	Dieta Semente ⁵	Dieta Planta ⁶	Massa Corpórea (g)
<i>Amazona aestiva</i>	0	0	50	0	50	0	451
<i>Aratinga leucophthalmus</i>	10	0	30	0	30	30	158
<i>Automolus leucophthalmus</i>	100	0	0	0	0	0	34,5
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	60	20	20	0	0	0	141,65
<i>Basileuterus culicivorus</i>	80	0	20	0	0	0	10,5
<i>Cacicus haemorrhous</i>	60	0	20	20	0	0	83,71
<i>Camptostoma obsoletum</i>	70	0	30	0	0	0	8,1
<i>Capsiempis flaveola</i>	90	0	10	0	0	0	7,7
<i>Chamaeza campanisona</i>	70	0	30	0	0	0	90,58

<i>Chiroxiphia caudata</i>	50	0	50	0	0	0	25,6
<i>Cissopis leverianus</i>	30	0	70	0	0	0	76
<i>Celeus galeatus</i>	100	0	0	0	0	0	124
<i>Coccyzus americanus</i>	60	30	10	0	0	0	64
<i>Colaptes melanochloros</i>	80	0	10	10	0	0	127,27
<i>Conirostrum speciosum</i>	70	0	10	0	10	10	8,8
<i>Conopophaga lineata</i>	100	0	0	0	0	0	25,21
<i>Crypturellus obsoletus</i>	50	0	0	0	50	0	443,4
<i>Crypturellus tataupa</i>	50	0	0	0	30	20	218,8
<i>Cyanocorax chrysops</i>	80	0	20	0	0	0	166
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	80	10	0	0	0	10	61,7
<i>Dryophila malura</i>	100	0	0	0	0	0	13
<i>Dryocopus lineatus</i>	80	0	10	0	10	0	183,19
<i>Dysithamnus mentalis</i>	90	0	10	0	0	0	14,87
<i>Elanoides forficatus</i>	70	20	10	0	0	0	416,24

<i>Eleoscytalopus indigoticus</i>	100	0	0	0	0	0	16,15
<i>Euphonia chlorotica</i>	0	0	100	0	0	0	11
<i>Habia rubica</i>	80	0	20	0	0	0	32,46
<i>Hemithraupis guira</i>	80	0	10	0	10	0	12
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	90	0	10	0	0	0	10,58
<i>Hypoedaleus guttatus</i>	90	10	0	0	0	0	38,8
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	80	0	20	0	0	0	11,7
<i>Leptotila verreauxi</i>	20	0	20	0	60	0	146,88
<i>Mackenziaena severa</i>	60	40	0	0	0	0	51,8
<i>Megarynchus pitangua</i>	70	10	10	0	10	0	69,91
<i>Melanerpes flavifrons</i>	30	0	40	0	30	0	57,78
<i>Myiodynastes maculatus</i>	40	30	30	0	0	0	43,2
<i>Myiopagis caniceps</i>	80	0	20	0	0	0	10,5
<i>Myiopagis viridicata</i>	60	0	20	0	20	0	11,51
<i>Myiornis auricularis</i>	100	0	0	0	0	0	5,3

<i>Patagioenas picazuro</i>	10	0	30	0	30	30	279
<i>Penelope superciliaris</i>	10	0	90	0	0	0	894,99
<i>Philydor lichtensteini</i>	100	0	0	0	0	0	21
<i>Philydor rufum</i>	100	0	0	0	0	0	25
<i>Phylloscartes ventralis</i>	100	0	0	0	0	0	8,3
<i>Piaya cayana</i>	100	0	0	0	0	0	101,98
<i>Picumnus temminckii</i>	100	0	0	0	0	0	11,5
<i>Pionus maximiliani</i>	0	0	10	0	70	20	293
<i>Piprites chloris</i>	90	0	10	0	0	0	16
<i>Pitangus sulphuratus</i>	40	30	30	0	0	0	62,85
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	100	0	0	0	0	0	5,7
<i>Pteroglossus aracari</i>	20	0	80	0	0	0	250,16
<i>Pyriglena leucoptera</i>	90	10	0	0	0	0	28,8
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i>	100	0	0	0	0	0	15,6
<i>Pyrrhura frontalis</i>	10	0	30	0	30	30	72

<i>Ramphastos dicolorus</i>	10	10	80	0	0	0	331
<i>Saltator fuliginosus</i>	60	0	30	10	0	0	50,5
<i>Saltator similis</i>	60	0	30	10	0	0	43,3
<i>Schiffornis virescens</i>	50	0	50	0	0	0	25,6
<i>Selenidera maculirostris</i>	20	0	80	0	0	0	164
<i>Sirystes sibilator</i>	80	0	20	0	0	0	32,3
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	90	0	0	0	0	10	13,12
<i>Synallaxis frontalis</i>	100	0	0	0	0	0	14
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	100	0	0	0	0	0	13,8
<i>Tachyphonus coronatus</i>	60	0	20	0	20	0	29,3
<i>Thamnophilus caeruleus</i>	80	0	10	0	10	0	21,1
<i>Thamnophilus punctatus</i>	100	0	0	0	0	0	19,4
<i>Tityra cayana</i>	20	0	80	0	0	0	68,1
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	90	0	10	0	0	0	14,3
<i>Trichothraupis melanops</i>	70	0	20	0	10	0	22,58

<i>Trogon rufus</i>	60	0	40	0	0	0	53,8
<i>Trogon surrucura</i>	80	0	20	0	0	0	73,29
<i>Turdus leucomelas</i>	70	0	30	0	0	0	69,1
<i>Turdus rufiventris</i>	50	0	50	0	0	0	69,44
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	80	20	0	0	0	0	118
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	100	0	0	0	0	0	21,8

¹Invertebrados em geral (aquáticos, terrestres, voadores, larvas); ²Vertebrados (aves, mamíferos, répteis, anfíbios); ³Frutos e drupas; ⁴Néctar, pólen, exsudatos de plantas; ⁵Sementes, nozes, esporos, grãos; ⁶Gramma, plântulas, vegetação do solo, líquen, musgo, raízes, bulbos, leguminosas, folhas, plantas aquáticas.

1 **Avian Conservation & Ecology - Author Guidelines**

2
3 **The Submission Process** is broken into the following steps. Detailed instructions for
4 each step can be found on the submission pages.

5 **Step 1:** Specify the manuscript type, complete the checklist, submit a covering letter,
6 and if necessary, assign your manuscript to a Special Feature.

7 **Step 2:** Specify the author information.

8 - Author's names and affiliations will appear in the published paper the way you enter
9 them. Please take the time to ensure your coauthors' names and affiliations are correct.

10 - Affiliations may include department, institution, city, and/or country. None are
11 required.

12 - Enter mail or street addresses in the contact information box. Addresses are not
13 required.

14 **Step 3:** Enter the Title, Abstract, Key words/phrases, and Acknowledgments.

15 - All must be text only.

16 **Step 4:** Upload the body of the manuscript - Text only - From "Introduction" through
17 to the end of the "Literature Cited".

18 - Title, abstract, keywords, and acknowledgments are already entered. Please do not
19 duplicate.

20 - Figures, tables, appendices, equations, and all other attachments will be uploaded in
21 Step 5.

22 **Step 5:** Specify the list of attachments and upload those attachments (tables, figures,
23 equations, appendices).

24 **Step 6:** Final verification of the manuscript

25 Note: The author interface for each of these steps includes details on how to enter the
26 information required.

27 -

28 **Formatting a Manuscript**

29 **1. Organizing your submission**

30 To submit, please separate your manuscript and save to the following file types:

31 - body - from Introduction to end of Literature Cited - (rich-text format)

32 - tables (each table is an individual file, in rich-text format)

33 - figures (each figure is an individual image file: GIF, PNG, or JPG)

34 - equations (each equation is an individual image file: GIF, PNG, or JPG -- GIF is
35 best for equations)

36 - appendices (pdf for text, tables, and figures; other file types are accepted for online
37 resources, models, spreadsheets, etc.)

38 If you are unable to save in one of these formats please contact the editorial office.

39

40

41 **2. Title, Abstract, Key words/phrases, and Acknowledgments** (Step 3 of the
42 submission process).

43 Enter your title, abstract, key words/phrases, and acknowledgments directly into the
44 submission interface, either by typing or cutting-and-pasting. Do not duplicate them
45 in the body of your manuscript.

46 - Title

47 - The title should be entered in sentence case (that is, only the first letter and proper
48 nouns should be in capitals).

49 - Example: "Basic science, applied science, and the radical middle ground". Avoid
50 abbreviations.

1 - Abstracts: Abstracts should be less than 300 words, they should not contain
 2 citations. Avoid abbreviations - if used they must be first spelled out. Key
 3 words/phrases should be listed alphabetically and separated by a semicolon.
 4

5 **3. Body of the manuscript** (from Introduction through to end of Literature Cited)

6 Note: Figures or tables in the body of the manuscript will generate errors during the
 7 submission procedure.

8 Headings and subheadings must appear on a line by themselves

9 - Main headings:

10 Standard headings should be used preferentially (if appropriate)

11 INTRODUCTION, METHODS, RESULTS, DISCUSSION, CONCLUSION,
 12 LITERATURE CITED

13 Other headings are permissible

14 Use LITERATURE CITED (not Bibliography, References, nor anything else)

15 Centered on a line by themselves

16 - Secondary headings

17 left-justified on a line by themselves

18 bolded

19 lowercase except for initial letter of the first word

20 e.g., **General characteristics of movement**

21 - Tertiary headings

22 left-justified on a line by themselves

23 italicized

24 lowercase except for initial letter of the first word

25 e.g., *Field study and simulation model*
 26

27 **Equations and Greek characters**

28 - Equations

29 The process of inserting equations occurs in both Steps 4 and 5.

30 First, you must indicate where in the manuscript you want the equations (Step 4)

31 Next, you must upload the image of the equation (Step 5).

32 To designate the location of each equation: Insert tags <eqn#> into the text of
 33 your manuscript where the equation should appear,

34 where # = 1,2,3,...,n indicates the sequential number of the equation.

35 During Step 5, you will be prompted to upload images of your equation(s).

36 Upload each equation as a separate graphic file named eqn#.gif, where #
 37 corresponds to the tags inserted into the body of the manuscript.

38 Any one equation may be specified any number of times by inserting the
 39 appropriate tag in the manuscript in multiple locations.

40 - Greek characters

41 To include Greek characters in your manuscript please either use the "Insert --
 42 Symbol" feature in Microsoft Word, or write out the full name of the Greek character
 43 and enclose the word in parentheses (e.g., <alpha>, <beta>) within the text of your
 44 manuscript (click here for a complete list of Greek characters and the associated full
 45 name).

46 - Text Boxes

47 To set content apart in a Text Box, place <txt#> at the beginning and </txt#> at
 48 the end of the content (where # = 1, 2, 3... is the appropriate box number). Put into the
 49 body of the manuscript in the approximate desired location.

50 - Details of Style

- 1 Within text referencing
2 include author plus year of publishing, (Smith 2000)
3 separate two references with a comma, (Smith 2000, Green 2002)
4 list oldest reference first, (Smith 2000, Green 2002, Brown 2012)
5 if two authors give both names, if three authors use 'et al.', (Smith and Brown
6 2000, Smith et al. 2012)
7 the same author in two different years- name the author only once (Smith 2000,
8 2012, Brown 2013)
9 the same author in the same year, designate with italicized letters (Smith 2000a)
10 direct quotes should include date followed by page number (Smith 2000:197)
11 second hand references (Smith 2000, as cited in Brown 2005) - Note: Smith 2000
12 should not appear in Lit. Cited section.
- 13 - Spacing and Fonts
14 Single-space all material.
15 Use a 12-point font (preferably Times Roman).
- 16 - Underlining/Italicization
17 Italicize scientific names and the symbols for all variables and constants except
18 Greek letters in the text.
19 Symbols in illustrations should be italic to match the text.
20 Italics should NOT be used for emphasis.
21 Do not underline text.
- 22 - Capitalization
23 For common names of birds, follow the Ornithological Societies of North
24 America style (AOU checklist), with initial capital letters: Black-throated Green
25 Warbler. For all nonavian taxa, use lower case for common names.
- 26 - Footnotes
27 Avoid footnotes in the body of the manuscript; most footnote material can be
28 incorporated in the text for the benefit of readers and editors.
29 Footnotes below tables are acceptable; instead of numbers, please use (in order):
30 †, ‡, §, |, ¶, #, ††, ‡‡, §§, ||, ¶¶, ##.
- 31 - Units
32 Use the International System of Units (Systeme Internationale: SI) for
33 measurements. Consult Standard Practice for Use of the International System of Units
34 (ASTM Standard E-380-93) for guidance on unit conversions, style, and usage. When
35 preparing text and figures, note in particular that,
36 1. SI requires the use of the terms mass or force rather than weight;
37 2. use the solidus (/); for two or more units in a denominator, use
38 negative exponents; and
39 3. use a capital L as the symbol for liter.
- 40 - Statistics
41 Use leading zeroes with all numbers <1, including probability values (e.g., P <
42 0.001). For every significant F statistic reported, provide two df values (numerator
43 and denominator). Whenever possible, indicate the year and version number of the
44 statistical software used.
- 45 - Web (HTML) links
46 Authors may include links to other Internet resources in their article [e.g., the
47 Breeding Bird Survey (<http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/bbs/bbs.html>)]. When inserting
48 a reference to a webpage, please include the http:// portion of the address.
- 49
50 The Council of Science Editors (CSE) Style Guide, is recommended for details of

1 style.

2 Manuscripts are currently accepted in English only.

3 Write with precision, clarity, and economy:

4 use the active voice and first person whenever appropriate.

5 Use American spellings (e.g., behavior, not behaviour) except when quoting or
6 in citations.

7 - Literature cited - In general, use Harvard Referencing System.

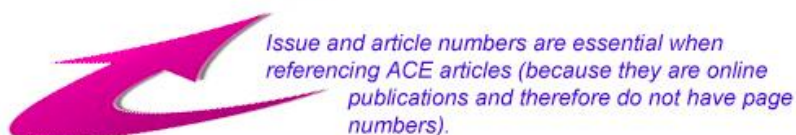
8 Each citation in the text must be included in the Literature Cited section.

9 Every reference in the Literature Cited must be referred to in the text.

10 The list should conform in sequencing and punctuation to that found in recent
11 issues of Avian Conservation and Ecology.

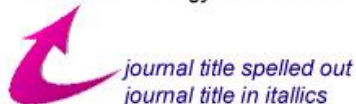
12
13 Citing Avian Conservation and Ecology:

14 Augustine, J. K., and B. K. Sandercock. 2011. Demography of female Greater Prairie-Chickens in unfragmented
15 grasslands in Kansas. *Avian Conservation and Ecology* 6(1):2.



21 Example Journal Citation:

22 first author's last name followed by initials (all initials separated by spaces)
23 all other authors: initials first
24 comma before "and"
25 Alvo, R., D. J. T. Hussell, and M. Berrill. 1988. The breeding success of Common Loons
26 (*Gavia immer*) in relation to alkalinity and other lake characteristics in Ontario. *Canadian
27 Journal of Zoology* 66:746-752.



- 32 • All journal titles should be spelled out completely (i.e., do not abbreviate journal titles).
- 33
- 34 • In the titles of articles, the spellings of all words should agree with that used in the original publication.
- 35
- 36 • Provide the publisher's name and location when you cite symposia or conference proceedings; distinguish between the conference date and the publication date if both are given.
- 37
- 38
- 39 • Do not list abstracts or unpublished material in the Literature Cited. They may be listed in the text as personal observations (by an author of the present paper), personal communications (from others), or unpublished *x*, where *x* = data, manuscript, or report;
- 40
- 41
- 42
- 43 • Provide authors' names and initials for all unpublished data, manuscripts, and reports in the text of the paper.
- 44
- 45 • Links to online, freely available articles are permitted. Please use the following format:
- 46
- 47 • [online] URL: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- 48 • Do not include links to password-protected websites or an author's website. Exceptions to this rule include links to Birds of North America species accounts and links to author's websites that post a software program that is not
- 49
- 50

1 available by any other means and is integral to the paper.

- 2 • Insert spaces between author's initials.
- 3 • Last name appears first for first author; initial(s) first for subsequent authors.
- 4 • Books and conference proceedings must include publisher information: name, city,
5 state or province (if pertinent), country.
- 6 • Conference proceedings must include the city, state/province, country, and year in
7 which the conference was held. Conference dates are typically included,
8 although not required. The editor(s) of the Proceedings should be included, if
9 possible.
- 10 • Journal articles in press should include the volume number of the journal even if the
11 page range is not known.

12 **4. Attachments (tables, figs, etc.)**

15 • All tables, figures, appendices, videos, computer simulations, and databases
16 constitute attachments to the body of the manuscript. As such, they must be submitted
17 as separate files. During the submission process you will be required to select your
18 attachment type from a drop down list, and then type or paste its associated caption –
19 these steps are repeated until you have input the captions for all of your attachments.
20 You will then upload the attachment files, and our software will generate a web page
21 for each attachment based on the file names and captions provided. Do not include
22 captions or titles in the attachment files themselves. Please see the [Equations](#) section
23 below for information on how to format equations.

- 24 • [Tables](#)
- 25 • [Figures](#)
- 26 • [Appendices](#)

27 **Tables (saved as .rtf files)**

- 28 • The table's caption is entered separately and should not appear in the table.
- 29 • Single space
- 30 • Row and column entries separated by cell divisions using the table function in word
31 processing software.
32 (That is, tabs, spaces, or blank lines to separate information will not work.)
- 33 • No horizontal or vertical lines (borders) to separate cells
- 34 • No images within tables
- 35 • No color
- 36 • Use regular font in column and row headings (no bold or italics)
- 37 • Do not merge rows, merging across columns is okay
- 38 • No bulleted or numbered lists
- 39 • Asterisks are reserved to denote levels of significance, not for footnotes
- 40 • Superscripted numbers may be used to identify citations within a table
- 41 • The footnote symbols should be in the order: †, ‡, §, |, ¶, #, and then doubled
42 symbols. (See CSE Style Manual). Do not include information in tables that is
43 not discussed in the text of the manuscript.

44 **Figures**

- 45 • Figures are added during Step 5 of the submission process.
- 46 • Figures must be clear and sharp.
- 47 • Use imaging software (Excel does not export graphs well).
- 48 • Figures must be in .GIF, .PNG, or .JPG formats.
- 49 • For photos or images with gradients of color use JPG.

- 1 For images with flat colour use GIF or PNG8.
- 2 • up to 300 ppi and no wider than 2000 pixels (unless given explicit permission by
 - 3 the managing editor).
 - 4 • the image will be printed 7.5 cm wide (complex figures may be printed at 16cm) -
 - 5 text should be legible, clear, and sharp at that size. Print your figure at 7.5 cm;
 - 6 is it legible, clear, and sharp?
 - 7 • We may ask you to supply high resolution, print-quality versions of your figures.
 - 8 • Font must be large, legible, and sans serif; Arial font is best.
 - 9 • Use a white background
 - 10 • No title or caption information in the figure. That information is entered elsewhere.
 - 11 • Initial upper case letters are preferred except where SI requires lower case letters
 - 12 for unit abbreviations (e.g., dbh, ln).
 - 13 • No border around your figures
 - 14 • Color figures are encouraged. Please verify they will print well in black-and-white
 - 15 (and that colour selection would be distinguishable to people who are red-
 - 16 green colour-blind).
 - 17 • Use shaded, or hatched bars in preference to color or black ones.
 - 18 • Use italic lettering for single-letter variables, constants, and scientific names in
 - 19 illustrations to make them consistent with the text.
 - 20 • Use bar graphs in preference to pie charts

21

22 **Appendices**

- 23 - *Appendices are not copy edited nor formatted prior to publication so authors must*
- 24 *ensure that their appendix is formatted correctly.*
- 25 - Appendices containing text, tables, and/or figures should be uploaded as PDF,
- 26 formatted according the journal's style.
- 27 - The top margin of the appendix must be 4 cm.
- 28 - Include a heading and caption in your pdf, where the heading "**Appendix #.**" is left
- 29 aligned, bold, and the caption (not bold) is Sentence Case.

30

31 Table and figure numbers in appendices should be keyed to the letter identifying that

32 appendix:

33 Fig. A1.1, for Figure 1 in Appendix 1;

34 Table A2.3 for Table 3 in Appendix 2.

35 Equations should be numbered similarly: A2.3, for Equation 3 in Appendix 2, and so

36 on.

37

38 Tables are formatted with a double line above the heading, and single lines below the

39 heading and below the last table row.

40

41 Enter all title and caption information when asked during the submission process, and

42 upload each appendix as a separate file.

43

44 *Other appendices*

45

46 All nontext appendices, such as databases, video, or sound files may be uploaded

47 using an appropriate filetype for the file contents. Appendices should be labeled

48 logically to indicate content (i.e. "Program#.filetype", "Sound#.filetype"). Captions

49 should describe the attachment fully (by content, file format, usage, software required

50 to run them, etc.) and are uploaded separately during the submission process.