

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIANE COIMBRA BCZUSKA

**A MIGRAÇÃO DO SABIÁ-UNA NO PARANÁ: VALIDANDO O
COMPORTAMENTO E IDENTIFICANDO SEUS POTENCIAIS DETERMINANTES
BIÓTICOS E CLIMÁTICOS**

**CURITIBA
2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIANE COIMBRA BCZUSKA

**A MIGRAÇÃO DO SABIÁ-UNA NO PARANÁ: VALIDANDO O
COMPORTAMENTO E IDENTIFICANDO SEUS POTENCIAIS DETERMINANTES
BIÓTICOS E CLIMÁTICOS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. André de Camargo Guaraldo

CURITIBA
2017

Universidade Federal do Paraná Sistema de
Bibliotecas

Bczuska, Juliane Coimbra

A migração do sabiá-una no Paraná: validando o comportamento e identificando seus potenciais determinantes bióticos e climáticos. / Juliane Coimbra Bczuska. – Curitiba, 2017.

71 f.: il. ; 30cm.

Orientador: André de Camargo Guaraldo

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Artropode. 2. Ave - Migração. 3. Floresta Atlântica. I. Título II. Guaraldo, André de Camargo. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (20. ed.) 574.5



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JULIANE COIMBRA BCZUSKA** intitulada: "**A migração do sabiá-una no Paraná: validando o comportamento e identificando seus potenciais determinantes bióticos e climáticos**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 20 de Fevereiro de 2017.

ANDRE DE CAMARGO GUARALDO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ISABELA GALARDA VARASSIN
Avaliador Interno (UFPR)

LUIZ DOS ANJOS
Avaliador Externo (UEL)



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, isto só foi possível devido ao apoio que recebi de diversas pessoas durante estes anos. Um agradecimento especial a minha mãe, minha irmã e meu namorado pela compreensão e por todo incentivo, o apoio de vocês foi essencial para a conclusão dessa aventura.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. André de Camargo Guaraldo pela paciência, ensinamentos, apoio e por todo auxílio nos campos, nas análises e demais etapas do mestrado, sua orientação foi fundamental para meu crescimento e desenvolvimento deste trabalho. Também agradeço aos membros do Programa de Pós-Graduação (PPG) em Ecologia e Conservação pela estrutura, disposição e auxílio com as atividades internas do programa. Lembro ainda os membros da banca, Prof. Dr. Luiz dos Anjos, Profa. Dra. Isabela Galarda Varassin e ao Dr. Ricardo Belmonte Lopes por todas as contribuições e sugestões para o aprimoramento desta pesquisa.

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento do projeto, através da bolsa de meu orientador. À *Idea Wild* por fornecer equipamentos necessários aos campos e ao Jeff Podos que viabilizou a entrega destes equipamentos. Também à Lilian Tonelli Manica, Miguel Ângelo Marini e Regina Helena Macedo por contribuírem com equipamentos e auxiliar na logística de execução das pesquisas.

Um agradecimento carinhoso aos meus amigos e familiares que sempre estiveram sempre presentes. Aos companheiros de campo, Bruna e Vagner, que auxiliaram nas coletas de dados e tornaram estes momentos mais divertidos. Aos colegas do Laboratório de Ecologia Comportamental e Ornitologia (LECO) e do PPG por toda a convivência, amizade e discussões sobre assuntos acadêmicos e científicos.

Lembro também da equipe do IAP (Instituto Ambiental do Paraná), SISBIO e CEMAVE pelas licenças de pesquisa. À SANEPAR, ao programa PPBIO e à SPVS que permitiram a realização da pesquisa nas áreas sob gestão destes órgãos/programas. Por fim, à Prof. Dr. Marcia M. Marques, à bióloga Ana Cristina R. Barros e à equipe de funcionários e vigilantes das áreas de estudo pelo auxílio e suporte a esta pesquisa.

“A constância é contrária à natureza, contrária à vida. As únicas pessoas completamente constantes são os mortos.”

Aldous Huxley

RESUMO

O movimento migratório das aves é comumente impulsionado pelas variações sazonais na disponibilidade de recursos, embora a sazonalidade climática e as pressões de predação e/ou de competição também possam ser importantes motrizes desse comportamento. As informações sobre a migração no Brasil, em especial de migrantes altitudinais, são escassas, incompletas e muitas vezes baseadas apenas em evidências circunstanciais. Nesse sentido, este trabalho buscou avaliar as variações espaço-temporais de ocorrência do *T. flavipes* (Aves: Turdidae) ao longo de um gradiente altimétrico na Serra do Mar Paranaense e determinar como a sazonalidade dos recursos alimentares e as condições climáticas se correlacionam com esse comportamento. Para isso, foram realizadas amostragens no Parque Estadual Pico Marumbi (PEPM; 900-1.100 m a.n.m., cota A), Parque Estadual da Graciosa (PEG; cotas B: 300-600 m a.n.m; e C: 600-900 m a.n.m) e Reserva Natural Guaricica (RNG; 0-100 m e 100-200 m a.n.m., cotas D e E respectivamente). A flutuação da densidade de cada população foi estimada por censos mensais ou bimensais. No PEPM e RNG Guaricica foram realizados censos por transectos lineares (~7 km/mês) e no PEG foram executados censos por ponto de escuta (16 pontos/mês). Para avaliar a disponibilidade mensal de recursos alimentares, foi realizada a contagem direta mensal de frutos ornitocóricos disponíveis em cada cota: A, D e E. A abundância de artrópodes nessas áreas foi obtida a partir de coletas com armadilhas de interceptação de voo semelhantes à Malaise suspensa dispostas no subbosque. A precipitação mensal total e a temperatura média mensal para o PEPM e RNG foram obtidas junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). A sazonalidade das densidades das populações de sabiá-una no período foram avaliadas por teste de distribuição circular de Watson. Modelos lineares generalizados (GLM) foram propostos para avaliar a relação entre as densidades mensais de *T. flavipes* e a sazonalidade de recursos alimentares e variáveis climáticas. Os dados demonstraram a flutuação sazonal das densidades de *T. flavipes* em cada cota amostrada ao longo do ano. Estas flutuações condizem com um padrão de comportamento migratório altitudinal parcial até então jamais descrito para esta espécie. Foram identificados dois padrões de movimentação plausíveis com base nos picos de ocorrência das populações em cada cota altimétrica, sugerindo em conjunto que as populações das altitudes extremas (cotas A e E) realizam migrações de outono para as cotas intermediárias de altitude. A influência das variáveis ambientais sobre o comportamento migratório diferiu entre as populações. A abundância de frutos, inclusive da palmeira-juçara *Euterpe edulis*, foi a principal variável associada ao comportamento migratório da ave, mas em algumas cotas de altitude este comportamento também foi correlacionado com abundância de artrópodes e precipitação mensal. Esta pesquisa revela alguns dos mecanismos regulatórios do comportamento migratório altitudinal parcial das populações de *T. flavipes* na Serra do Mar paranaense, demonstrando complexidades inéditas deste comportamento jamais reportadas para a espécie.

Palavras-chave: artrópodes, condições climáticas, Floresta Atlântica, frutos, migração altitudinal parcial.

ABSTRACT

Bird migration is often promoted by resources seasonal variability, although the climatic seasonality and predation and/or competition pressure may also play important roles as triggers of this behavior. Knowledge about bird migration, especially of altitudinal migrants in Brazil, are scarce, incomplete, and often solely based on circumstantial evidences. In this sense, this study aimed to assess the spatio-temporal variations in the occurrence of Yellow-legged Thrush *Turdus flavipes* (Aves: Turdidae) along a coastal cliffy Atlantic Forest area in Paraná state known as Serra do Mar, revealing how the seasonality of food resources and climatic conditions correlate with of this behavior. Samplings occurred at Parque Estadual Pico Marumbi (PEPM; 900-1.100 m asl; elevation A), Parque Estadual da Graciosa (PEG; elevations B: 300-600, asl; and C: 600-900 m asl) and Reserva Natural Guaricica (RNG ; 0-100m and 100-200 m asl; elevations D and E respectively). Density fluctuations of each population was estimated by monthly or bimonthly censuses through linear transects method at PEPM and RNG (~7 Km/month) and spot census method at PEG (16 points/month). Monthly availability of food resources at elevations A, D and E was made through direct count of ornithochoric fruits at each elevation. Arthropod abundance was recorded in these areas with flight interception traps similar to suspended Malaise traps placed at the understory level. SIMEPAR provided the total monthly rainfall and average temperature at PEPM and RNG. The seasonality of *T. flavipes* populations densities in the studied period were evaluated by Watson circular distribution test. Generalized linear models (GLM) were proposed to evaluate the relationships between the monthly species population densities and the seasonality of food resources and climatic variables. Data showed seasonality of *T. flavipes* populations density along the year at each elevation. These fluctuations match with a partial altitudinal migration pattern so far never described for this species. Based on peaks of populations occurrence at each elevation, two plausible movement patterns were identified, suggesting altogether that populations from extreme elevations (A and E) perform autumn migration to intermediary elevations. The influence of environmental variables as migration triggers differed between populations. Fruit abundance, including those from the palm *Euterpe edulis*, was the main variable associated to the bird migratory movement, but this behavior was also correlated with arthropod and monthly rainfall in some elevations. This study reveals some of the triggers of the partial altitudinal migration of *T. flavipes* populations at Paraná coastal area and highlights for the first time that such behavior is more complex than previously reported for the species.

Key words: arthropods, Atlantic Forest, climatic conditions, fruits, partial altitudinal migration

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização das áreas de estudo. Parque Estadual Pico Marumbi, Reserva Natural Guaricica e Parque Estadual Serra da Graciosa..... 27
- Figura 2. Desenho amostral nas áreas de estudo. A: distribuição dos locais de censo por ponto de escuta no Parque Estadual da Graciosa; os pontos em amarelo representam a cota B e os pontos em vermelho à cota C. B: transectos na Reserva Natural Guaricica, os trechos em amarela se referem à cota D e os trechos em vermelho a cota E. C: Disposição dos 3 transectos no Parque Estadual Pico Marumbi, cota E..... 30
- Figura 3. Armadilha de interceptação de voo semelhante à Malaise suspensa utilizada para as amostragens de artrópodes no subbosque das áreas de estudo (Parque Estadual Pico Marumbi e Reserva Natural Guaricica, cotas A, D e E). 32
- Figura 4. Flutuação sazonal da densidade de *T. flavipes* nas diferentes cotas de altitude e padrões de deslocamentos dos picos de ocorrência da espécie. A densidade é expressa em indivíduos/km², para mais detalhes vide Tabela 7 - Apêndice. A chave Rep indica o período reprodutivo do sabiá-una. As setas brancas correspondem ao padrão ascendente, às setas cinza escuro ao padrão descendente e as setas cinza claro correspondem a ambos. A barra à esquerda indica a faixa de altitude de cada cota. A distância entre as cotas é à distância em linha reta entre as áreas..... 40
- Figura 5. Relação entre a densidade de *Turdus flavipes* (indivíduos/km²) na cota A e a abundância de frutos no local (esquerda) e na cota D (direita). Equação do modelo da figura à esquerda: Densidade de *T. flavipes* na cota A = $3,262 + 0.549 * \text{abundância de fruto na cota A}$. Equação do modelo à direita: Densidade de *T. flavipes* na cota A = $2,746 - 1,719 * \text{abundância de frutos cota D}$ 41
- Figura 6. Variação anual da biomassa seca de artrópodes em cada cota altimétrica ponderada pelo total de dias entre cada coleta. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016..... 70
- Figura 7. Variação anual da abundância de frutos nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016..... 70
- Figura 8. Variação anual da precipitação nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016. 71

Figura 9. Variação anual da temperatura mensal nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016..... 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição das cotas de altitude entre cada área de amostragem de <i>Turdus flavipes</i> na região de Serra do Mar paranaense.	29
Tabela 2. Modelos das relações testadas nas análises de GLM entre a densidade de <i>Turdus flavipes</i> e as variáveis ecológicas nas cotas A, D e E (Parque Estadual Pico Marumbi e Reserva Natural Guaricica). VR = Variável resposta, refere-se a densidade de <i>Turdus flavipes</i> e VE = Variáveis explicativas. As variáveis explicativas foram: abundância de frutos, abundância de artrópodes, precipitação e temperatura. Todas as variáveis preditoras incluídas em cada modelo se encontram na coluna variáveis explicativas. As variáveis explicativas que apresentaram relação significativa com a variável resposta no modelo final estão destacadas em negrito ($\alpha < 0,05$).	37
Tabela 3. Teste de Watson's U ² de distribuição circular para avaliar a sazonalidade das estimativas de densidade das populações de <i>Turdus flavipes</i> nas cotas A a E ao longo do período do estudo. Em todos os casos, $p < 0,01$. O vetor médio indica a direção do pico e o comprimento do vetor a concentração dos dados em torno da média.	38
Tabela 4. Teste de Watson U ² para vários grupos para comparação do período de ocorrência de <i>Turdus flavipes</i> entre as diferentes cotas de altitude. Em todos os casos, $p < 0,01$	39
Tabela 5. Levantamento de espécies de frutos consumidos por <i>Turdus flavipes</i> (Turdidae). Compilação do conjunto de dados baseado em registros de artigos, dissertações, teses e observações oportunísticas em campo. Todos os registros de artigos foram observações direta do sabiá-una se alimentando.	62
Tabela 6. Levantamento de espécies de invertebrados consumidas por <i>Turdus flavipes</i> (Turdidae). A repetição de ordens significa que foram citadas em diferentes estudos e o grau de identificação variou entre eles. Os representantes referem-se aos invertebrados mais comuns de cada ordem, exceto quando os estudos consultados determinam a espécie, não correspondendo especificamente às presas do <i>T. flavipes</i>	65
Tabela 7. Densidade mensal (indivíduos/Km ²) de <i>Turdus flavipes</i> ao longo do ano (2015/2016) nas diferentes cotas de altitude na Serra do Mar Paranaense. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi; cotas B e C: Parque Estadual Serra da Graciosa; cotas D e E: Reserva Natural Guaricica.	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Histórico dos estudos sobre o comportamento migratório	12
1.2 Aspectos evolutivos.....	14
1.3 Sistemas de migração	15
1.4 Migrações em escalas regionais	18
1.5 <i>Turdus flavipes</i>	21
2. OBJETIVOS	26
3. METODOLOGIA.....	27
3.1 Área de estudo	27
3.2 Ocorrência e sazonalidade de <i>Turdus flavipes</i>	28
3.3 Recursos alimentares e variáveis ambientais	30
3.4 Análises de dados	33
4. RESULTADOS	38
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE 1	62
APÊNDICE 2	68
APÊNDICE 3	69
APÊNDICE 4	70

1. INTRODUÇÃO

1.1 Histórico dos estudos sobre o comportamento migratório

O comportamento migratório das aves é um fenômeno que atrai o interesse de muitos pesquisadores devido a grande variedade de padrões existentes (SICK, 1983). A migração caracteriza-se pelo deslocamento direcional em massa de indivíduos de uma região geográfica para outra com posterior retorno e que se repete periodicamente (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1995; GREENBERG; MARRA, 2004). Contudo o conceito de migração das aves surgiu ainda na Grécia antiga com Aristóteles (384 - 322 a.C.), o qual pensava que algumas espécies de aves permaneciam letárgicas durante a invernada em refúgios camuflados (LINCOLN, 1935). A migração de aves tornou-se tema de pesquisas científicas na América do Sul somente no século XIX com o relatório de Azara (1802-1805) sobre alterações na composição e abundância da avifauna na região sul da América do Sul (CHESSER, 1994; JAHN; LEVEY; SMITH, 2004). A partir de então, outros trabalhos também apresentaram variações sazonais de ocorrência das espécies, entre eles Dabbene (1910¹ *apud* CHESSER 1994) e Wetmore (1926² *apud* CHESSER 1994).

No hemisfério sul, os primeiros estudos contundentes ocorreram a partir de 1932 com a pesquisa de Chapin na região africana do Congo e, posteriormente, ZIMMER (1938) identificando algumas espécies de aves migratórias na América do Sul. Em 1968, Sick relatou diversas aves migratórias e discutiu padrões de migração no subcontinente da América do Sul, sendo a primeira contribuição científica envolvendo o Brasil (CHESSER, 1994; SICK, 1983).

A partir da década de 1970 os padrões migratórios globais começaram a ser estudados. Em 1972, foi descrito o sistema Paleártico-Africano por Moreau e, em 1974, McClure foi um pioneiro no estudo do sistema Paleártico-Asiático (CHESSER, 1994; DORST, 1973). Rowley (1974³ *apud* CHESSER, 1994) e Fullagar (1988⁴ *apud* CHESSER, 1994) descreveram sistemas de migração intra-Australiana. Posteriormente, Keast e Morton (1980⁵ *apud* CHESSER, 1994) e Rappole (1983), definiram o sistema de migração Neártico-Neotropical.

¹ Dabbene, R. Ornitologia argentina. **Anales del Museo Nacional de Buenos Aires**, 11: 1-513, 1910.

² Wetmore, A. Observations on the birds of Argentina, Paraguay, Uruguay, and Chile. **Bulletin United States National Museum**, 133: 1-448, 1926.

³ Rowley, I. **Bird life**. New York: Taplinger Publishing Co, 1974.

⁴ Fullagar, P. J., Lowe, K. W. and Davies, S. J. J. F. Intracontinental migration of Australian birds. **Proceedings of the International Ornithological Congress**, 19: 791-801, 1988.

⁵ Keast, A. and Morton, E., eds. **Migrant birds in the Neotropics**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1980.

Durante um encontro promovido pelo Instituto Smithsonian em 1977 sobre ecologia migratória de aves, considerava-se a ideia geral que as aves permanecem por período prolongado nos trópicos e se deslocam brevemente para as áreas temperadas durante a época reprodutiva (FAABORG *et al.*, 2010a). Após este encontro, o enfoque sobre a migração passou a ter um viés conservacionista, abordando o declínio populacional e a fragmentação dos habitats. Em 1989, essa preocupação com os decréscimos populacionais resultou em um simpósio em Massachusetts, Estados Unidos, patrocinado pelo Manomet Center for Conservation. Posteriormente, em 1990 uma reunião organizada pela National Fish and Wildlife Foundation iniciou um programa de conservação de aves migratórias neotropicais denominado *Partners in Flight* (PIF). Este programa contribuiu para o avanço na compreensão da ecologia das aves migratórias, sintetizando os conhecimentos e gerando estratégias de ação para conservar as aves migratórias (FAABORG *et al.*, 2010a).

Pesquisas envolvendo migrações regionais na América do Sul passaram a ter enfoque a partir de 1977, quando Morton relatou as causas da migração intratropical em *Vireo flavoviridis* (Vireonidae) e *Legatus leucophaius* (Tyrannidae), descrevendo a importância da disponibilidade dos recursos alimentares para estas espécies. Em seguida, nas décadas de 1980 e 1990 houve um aumento no número de estudos sobre migrações de aves no subcontinente sulamericano, incluindo estudos sobre migrações austrais e intratropicais (JAHN; LEVEY; SMITH, 2004). Levey (1994) e Hayes (1995) trabalharam com migrantes neotropicais e migrantes austrais. No Brasil, Belton (1985) realizou pesquisa com o tiziu, *Volatinia jacarina*, um migrante parcial no Rio Grande do Sul. Willis (1988) e Marini & Cavalcanti (1990) também apresentaram importantes contribuições sobre a migração no Brasil, este último descrevendo a primeira rota migratória em nível nacional para a espécie *Elaenia albiceps chilensis*. Em 1996, separadamente, Stotz *et al.* (1996) e Parker III *et al.* (1996) relataram diversas espécies migratórias na América do Sul.

Recentemente, os cientistas passaram a abordar nas pesquisas sobre migração os aspectos ecológicos (JAHN; LEVEY; SMITH, 2004), evolutivos (RAMENOFSKY; WINGFIELD, 2007), filogeográficos (JENNI; KERY, 2003), filogenéticos, fisiológicos (RAMENOFSKY; WINGFIELD, 2007), e em modelagem de nicho (MARINI *et al.*, 2010; 2013), além de aspectos básicos sobre os sistemas de migração (DINGLE; DRAKE, 2007; PIERSMA *et al.*, 2005). Os avanços da tecnologia na marcação e monitoramento de deslocamento dos indivíduos possibilitou grande progresso nas pesquisas com migrantes (BAIRLEIN, 2003; BERTHOLD, 2001). Essas tecnologias envolvem a marcação com radiotransmissores (WEBSTER *et al.*, 2002), a utilização de radares meteorológicos,

rastreadores via satélite, geolocalizadores (EGEVANG *et al.*, 2010; JAHN *et al.*, 2013a; STUTCHBURY *et al.*, 2009), marcadores moleculares (KIMURA *et al.*, 2002; WINK, 2006) e análises de isótopos estáveis (HOBSON *et al.*, 2003). Tais tecnologias geram informações com maior precisão sobre deslocamentos, áreas de origem e invernada e possibilitam conhecimentos mais avançados sobre o comportamento migratório.

1.2 Aspectos evolutivos

O comportamento migratório, de modo geral, é resultante da busca por condições ambientais adequadas à sobrevivência ou reprodução (ALCOCK, 2011). É uma estratégia decorrente da pressão seletiva sobre os indivíduos para aproveitar as áreas favoráveis com pulsos de abundância de recursos e obter maior sucesso reprodutivo (ALERSTAM *et al.*, 2003; JAHN *et al.*, 2012). No entanto, diversos fatores podem atuar na evolução do comportamento migratório, como condições climáticas, recursos, predação, parasitismo e competição (COX, 1968; LACK, 1968; PÉREZ-TRIS; TELLERÍA, 2002; SALEWSKI, V. & BRUDERER, 2007).

Existem duas vertentes sobre a evolução do comportamento migratório em aves (WINGER; BARKER; REE, 2014). A primeira abordagem refere-se às pressões seletivas atuando sobre um ancestral tropical, em que as migrações de longas distâncias teriam evoluído ao longo dos anos a partir de espécies que residem nos trópicos e buscam nas regiões temperadas menor competição e maior sucesso reprodutivo (COX, 1968; DOUGLAS; STILES, 1992; HELBIG, 2003; RAPPOLE; JONES, 2002; WINGER; BARKER; REE, 2014). A segunda abordagem baseia-se em ancestrais da região temperada, onde o movimento migratório teria evoluído a partir de áreas de reprodução sazonais que impulsionavam os indivíduos na busca por locais de invernada que possibilitassem maior sobrevivência e proporcionassem a manutenção da dinâmica populacional equivalente ou superior aos congêneres sedentários (BELL, 2000; LACK, 1968; ONRUBIA, 2016; SALEWSKI, V. & BRUDERER, 2007; WINGER; BARKER; REE, 2014).

A migração, embora seja considerada uma característica importante na evolução das aves por possibilitar melhor equilíbrio entre sobrevivência e reprodução, é um comportamento que envolve custos relacionados ao consumo de energia (PÉREZ-TRIS; TELLERÍA, 2002), exposição a predadores e escassez inesperada de alimentos (BELL, 1996; PEREZ-TRIS; SANTOS, 2004; YOUNG, 1996). Além disso, há demandas conflitantes associadas às

características migratórias ótimas que envolvem a fisiologia digestiva, o metabolismo, a imunocompetência e a transmissão de doenças (ALERSTAM, 2011). Desta forma, a aptidão dos indivíduos é determinada por fatores de migração ótimos, tais como gasto energético, tempo de migração e risco de predação, de modo que a aptidão de espécies migratórias não evolui deterministicamente em resposta a um único critério específico (ALERSTAM; LINDSTRÖM, 1990). Portanto, as aves apresentam ampla complexidade e variabilidade de estratégias migratórias entre populações de uma mesma espécie ou entre espécies (ALERSTAM, 2011).

As espécies e até mesmo indivíduos de uma mesma espécie de ave podem apresentar razoáveis diferenças estratégicas entre si em seu movimento migratório, envolvendo desde variações na distância percorrida, no período e modo de migração e nas áreas utilizadas para a invernada e reprodução (FAABORG *et al.*, 2010b). Tais estratégias migratórias se baseiam, principalmente, em aspectos individuais como condição corporal dos indivíduos, idade e sexo (NEWTON, 2008). Conforme a estratégia adotada, variam as características comportamentais: migrantes de longas distâncias, por exemplo, possuem maiores reservas energéticas na forma de tecido adiposo do que os migrantes de curtas distâncias (FAABORG *et al.*, 2010b). No entanto, as variações no tempo de início da migração entre os indivíduos, devido a diferenças no sucesso reprodutivo anual, por exemplo, indicam que os padrões migratórios podem ser determinados conforme as condições ambientais específicas das áreas e não apenas pela variação genética dos indivíduos (VARDANIS *et al.*, 2011). Essa variação pode corresponder a fatores fisiológicos como condição física dos indivíduos (que pode variar ao longo dos anos e entre regiões), condições de vento e disponibilidade de locais de parada adequados (VARDANIS *et al.*, 2011).

1.3 Sistemas de migração

A flexibilidade espacial das rotas migratórias das aves e maleabilidade dos pontos de navegação ao longo das jornadas é resultante da grande capacidade de deslocamento e eficiência do voo das aves (NEWTON, 2008; VARDANIS *et al.*, 2011). Isto permitiu que cerca de metade das espécies de aves do mundo apresentem comportamento migratório, constituindo de 50 a 100% do comportamento da avifauna nas regiões temperadas e polares (COX, 2010; ONRUBIA, 2016; SOMVEILLE *et al.*, 2013). O movimento migratório das aves registra os mais extraordinários deslocamentos em escala mundial, principalmente no eixo norte-sul onde seguem o gradiente de temperatura e produção primária da Terra

(ALERSTAM; LINDSTRÖM, 1990; NEWTON, 2008). Portanto, os padrões migratórios mais comuns são latitudinais e frequentemente envolvem longas jornadas intercontinentais, mas também são muitas as espécies que realizam migrações intracontinentais, até mesmo em escala regional (ALVES, 2007).

Um dos maiores sistemas migratórios é o Paleártico, onde algumas espécies de aves podem percorrer até 9.000 km para completar a sua jornada, que consiste em invernar em regiões do Hemisfério Sul e permanecer na Eurásia durante o período reprodutivo (NEWTON, 2008). Este sistema é subdividido em dois grandes grupos: os migrantes Eurásia-África e Ásia-Australásia. No primeiro, com cerca de 215 espécies, as aves se deslocam desde a Europa e norte da Ásia até a região tropical da África e sul da Ásia, atravessando diversas barreiras como o Mar Mediterrâneo, deserto do Saara, Gobi e da Arábia, ou ainda, cadeias montanhosas como os Alpes e Himalaia (NEWTON, 2008). Isso pode ser observado, por exemplo, em falcão-de-pés-vermelhos-oriental, *Falco amurensis* (Falconidae); felosa-musical, *Oenanthe oenanthe* (Muscicapidae); chasco-cinzento, *Phylloscopus trochilus* (Phylloscopidae); andorinha-de-bando, *Hirundo rustica* (Hirundinidae); águia-imperial, *Aquila heliaca* (Accipitridae); pintarroxo-carmíneo, *Carpodacus erythrinus* (Fringillidae); toutinegra-ártica, *Phylloscopus borealis* (Phylloscopidae), entre outras (DINGLE, 2004). Já o sistema Ásia-Australásia é representado por aves que se reproduzem desde áreas centrais da Ásia até o Alasca e invernam no Sudeste Asiático, podendo chegar até o sul, na Austrália, Nova Zelândia e Ilhas do Pacífico (NEWTON, 2008). Aproximadamente 230 espécies compõem esse sistema migratório, sendo que o andorinhão-de-cauda-furcada, *Apus pacificus* (Apodidae), e andorinhão-Mongol, *Hirundapus caudacutus* (Apodidae), são considerados os melhores representantes deste sistema devido à grande quantidade de indivíduos migrantes (DINGLE, 2004). Outras espécies como o cuco-oriental, *Cuculus saturatus* (Cuculidae), andorinhas-de-bando, *H. r. gutturalis* e *H. Daurica* (Hirundinidae), alvéola-cinzenta, *Motacilla cinerea* (Motacillidae), alvéola-amarela, *M. Flava* (Motacillidae) e rouxinol-grande-oriental, *Acrocephalus orientalis* (Acrocephalidae) também são espécies que chegam à Austrália e Nova Zelândia (DINGLE, 2004; NEWTON, 2008).

Outro notável sistema migratório é o Neotropical, que em sua definição mais ampla inclui todas as aves migrantes do continente americano, podendo ser subdividido nos sistemas Neártico-Neotropical, Neotropical-Austral e Intratropical (FAABORG *et al.*, 2010b; HAYES, 1995). Dentre estes, o sistema com maior enfoque em pesquisas é o Neártico-Neotropical, o qual compreende as aves que permanecem nas áreas temperadas da América do Norte durante o período reprodutivo e se deslocam para o sul, em áreas tropicais, para o período de

invernada (CHESSER, 1994; GREENBERG; MARRA, 2004; LEVEY, 1994; RAPPOLE *et al.*, 1983). Este sistema conta com aproximadamente 400 espécies, dentre as quais muitas pertencem à família Emberezidae (ALVES, 2007). Dentro deste sistema ocorre o movimento migratório mais longo das aves, o de *Sterna paradisaea* (Charadriiformes: Laridae) que percorre aproximadamente 80.000 km em todo o seu ciclo anual (EGEVANG *et al.*, 2010; NEWTON, 2008). Em geral, as rotas são percorridas sobre o continente, pelo Panamá ou com paradas ao longo das ilhas do Caribe. Esses migrantes podem ainda rumar diretamente sobre o oceano Atlântico até o extremo da América do Sul (CHESSER, 1994; EGEVANG *et al.*, 2010; FAABORG *et al.*, 2010b; NEWTON, 2008; STOTZ; FITZPATRICK; MOSKOVITS, 1996).

O sistema de migração Neotropical-Austral é o terceiro maior no contexto de migração temperado-tropical incluindo o Hemisfério Norte e ainda o mais extenso do Hemisfério Sul (CHESSER, 1994). Caracteriza-se pelo deslocamento das aves do extremo sul da América do Sul para a porção norte desse subcontinente, em direção aos trópicos e Amazônia durante a invernada e posterior volta à zona temperada sul durante a estação reprodutiva (CHESSER, 1994; FAABORG *et al.*, 2010b; RAPPOLE; JONES, 2002). Este sistema difere dos grandes sistemas migratórios do hemisfério norte, Paleártico e Neártico-Neotropical, devido à configuração diferenciada do Hemisfério Sul, que possui quantidade de terra bem menor nas regiões de altas latitudes. Logo, não ocorrem no hemisfério sul extensas áreas em latitudes temperadas, por consequente, o clima na América do Sul de um modo geral é mais brando, embora bem definido com verões quentes e invernos rigorosos (CHESSER, 1994). Assim, quando comparado com os migrantes do sistema Neártico-Neotropical, os migrantes austrais podem percorrer jornadas migratórias menores para alcançar regiões com boa disponibilidade de recursos. Além disso, o hemisfério sul não possui grandes barreiras geográficas no sentido leste-oeste, possibilitando migrações diretas, sem desvios durante a jornada (CHESSER, 1994).

A principal família de aves migratórias Neotropicais-Austrais é Tyrannidae, a qual compõe 33% deste sistema migratório, incluindo, por exemplo, *Tyrannus savana*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myarchus swainsoni*, *Tyrannus savana*, *Pyrocephalus rubinus* e *Elaenia albiceps* (CAPLLONCH; ORTIZ; SORIA, 2008; CHESSER, 1994; FAABORG *et al.*, 2010b; SICK, 1983). Dentre os migrantes austrais, há dois grandes grupos. Migrantes sul-americanos temperado-tropicais, que se reproduzem na zona temperada e passam os períodos não reprodutivos nos trópicos da América do Sul, e migrantes Sul-americanos temperados que se reproduzem e invernam na região temperada do América do Sul (CUETO; LOPEZ DE

CASENAVE; MARONE, 2008; FAABORG *et al.*, 2010b). Diversos estudos vêm sendo realizados com espécies deste grupo, incluindo entre eles a descrição das áreas de reprodução e de invernada (CAPLLONCH; LOBO, 2005; JAHN *et al.*, 2009), a distribuição, as rotas e padrões migratórios (CAPLLONCH; ZELAYA, 2006; CUETO *et al.*, 2015), a história de vida, variações intra e interespecíficas nos padrões migratórios entre espécies próximas (JAHN *et al.*, 2013b), padrões de fidelidade entre as áreas reprodutivas e de invernada, ciclo de vida anual (JAHN *et al.*, 2016a, 2016b), variações genéticas com indivíduos migrantes e residentes (JAHN *et al.*, 2010a), entre outros.

O sistema Intratropical compreende as aves cujos movimentos migratórios ocorrem nas regiões entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, podendo ser latitudinalmente, em direção à região equatorial durante a época não reprodutiva, ou ainda longitudinalmente ao longo de um gradiente altimétrico (FAABORG *et al.*, 2010b; HAYES, 1995). Estas movimentações costumam responder às alterações sazonais na disponibilidade de recursos, a frios intensos e ambientes demasiadamente secos (STOTZ, 1996). Algumas espécies que apresentam este comportamento de migração para invernar na bacia amazônica são *Vireo flavoviridis* (Vireonidae), *Tyrannus albogularis* (Tyrannidae), *Ceratopripa mentalis* (Pipridae), *Culicivora caudacuta* (Tyrannidae) e algumas aves de rapina (CHESSER, 1997; FAABORG *et al.*, 2010b; LEVEY, 1994; MORTON, 1977). Já algumas espécies, oriundas da região tropical sul como a Caatinga, procuram a Venezuela para invernar, tais como *Sporophila lineola* e *Sporophila bouvronides* (Thraupidae) (BLAKE; LOISELLE, 2002; FAABORG *et al.*, 2010b; LEVEY, 1988; SILVA, 1993).

1.4 Migrações em escalas regionais

Cada sistema de migração possui amplas variações na periodicidade, distância e direção dos movimentos migratórios das aves, resultante principalmente da influência das condições climáticas sobre as espécies e indivíduos, sejam a precipitação na América do Sul ou mudanças nas temperaturas na América do Norte (FAABORG *et al.*, 2010b; JAHN *et al.*, 2013b). A variedade de rotas migratórias em geral é determinada por características geográficas da região percorrida, tais como cadeias montanhosas ou grandes corpos d'água. No entanto, alguns atributos regionais podem ser responsáveis por deslocamentos de curtas distâncias (ALVES, 2007; BOYLE, 2006).

As migrações regionais podem ser observadas, por exemplo, nas inundações sazonais da Amazônia, em que as aves se deslocam regionalmente entre ambientes com climas secos e

úmidos (ALVES, 2007; FAABORG *et al.*, 2010b), no movimento de algumas aves em resposta às florações imprevisíveis de bambu (ENGEL; FONSECA; OLIVEIRA, 1998), ou ainda nas enchentes nas planícies do Pantanal, que recebem diversas espécies de aves aquáticas durante a estação chuvosa (ANTAS, 1994; FAABORG *et al.*, 2010b; OLIVEIRA *et al.*, 2014b). Além disso, uma cadeia de montanhas como a Cordilheira dos Andes é capaz de gerar outro padrão de migração, visto em Charadriiformes como gaivota-andina, *Chroicocephalus serranus*; lique-lique, *Vanellus resplendens*; Pernilongo-de-costas-brancas, *Himantopus mexicanus*; e remolidera chica, *Cinclodes oustaleti* (Passeriformes), entre outras (SICK, 1983). Este padrão, denominado migração altitudinal, caracteriza-se por movimentos sazonais entre cotas altimétricas. Os indivíduos permanecem nas áreas elevadas durante o verão e migram para as regiões baixas (sopé) durante o inverno (ALVES, 2007; BLAKE; LOISELLE, 1991; CHAVES-CAMPOS, 2004; MCGUIRE; BOYLE, 2013). Podem, ainda, ocorrer migrações altitudinais facultativas de curto prazo, quando indivíduos se deslocam irregularmente ao longo do gradiente altimétrico para evitar os climas severos das regiões montanhosas, em florestas nubladas do Peru e México (FAABORG *et al.*, 2010b; HAHN *et al.*, 2004; O'NEILL; PARKER, 1978; WINKER *et al.*, 1997).

Diversos estudos realizam generalizações evolutivas e ecológicas de migrações de curta e média distância a partir do sistema de migração Paleártico (por exemplo: BOYLE, 2006; CHESSER, 1994; DOUGLAS J. LEVEY; F. GARY STILES, 1992; JOSEPH, 1997; MONKKONEN; HELLE; WELSH, 1992; SALEWSKI, V. & BRUDERER, 2007). Tais generalizações precisam de cuidado, uma vez que variações nos padrões migratórios podem ocorrer mesmo entre populações da própria espécie (ARETA; BODRATI, 2010). As características comportamentais, ecológicas e evolutivas de migrantes de longas distâncias costumam ser aplicadas às migrações curtas (menores que 100km, por exemplo), sobretudo à migração altitudinal, mesmo que os fatores motrizes do comportamento migratório de curta distância evoluam em resposta às pressões seletivas do ambiente de forma diferente dos migrantes de longas distâncias (BOYLE, 2006; MCGUIRE; BOYLE, 2013; WEBSTER *et al.*, 2002).

O comportamento migratório altitudinal é complexo e atrelado a um conjunto de fatores que atuam sobre este mecanismo, levando a diferentes motivações para a migração entre as áreas reprodutivas e não reprodutivas (BOYLE, 2006; BOYLE; MARTIN, 2015). Portanto, os processos ecológicos fundamentais à evolução da migração altitudinal compreendem tanto as alterações sazonais na disponibilidade de recursos ou nas condições microclimáticas quanto às altas taxas de competição e predação (BOYLE, 2006; BOYLE;

MARTIN, 2015). Desta forma, os indivíduos de uma população podem migrar para se reproduzirem em áreas com condições mais favoráveis à sobrevivência das suas proles, como locais com menores riscos de predação dos ninhos, ou migrarem para outra área com melhor oferta de alimentos durante o período não-reprodutivo (BOYLE, 2006, 2008; BOYLE; MARTIN, 2015; CHAVES-CAMPOS, 2003).

Atualmente, algumas hipóteses buscam explicar as forças motrizes da migração altitudinal. A primeira delas leva em consideração as condições climáticas do ambiente, que podem comprometer as oportunidades de forrageamento e sobrevivência das aves em determinadas ocasiões. As aves que permanecem nas áreas de altas altitudes durante a estação não reprodutiva podem sofrer com climas desfavoráveis e instáveis neste período, com grandes quantidades de chuva e tempestades ou temperaturas bruscas que restringem as opções de forrageio (BOYLE; NORRIS; GUGLIELMO, 2010; KETTERSON; NOLAN JR., 1976). Portanto, variações na dinâmica climática podem incitar o movimento migratório das aves para regiões de baixas altitudes, onde o clima é mais adequado durante o período não reprodutivo (BOYLE, 2008).

Outra hipótese baseia-se em alterações na disponibilidade de recursos ao longo do gradiente altimétrico, especificamente associado às variações sazonais da demanda energética e nutricional das aves por alimentos ricos em carboidratos e proteínas. Assim, a hipótese propõe que as aves se deslocam sazonalmente para acompanhar a maior abundância de alimentos em diferentes cotas de altitude. Este movimento pode ser motivado pela maior necessidade de recursos energéticos durante o fim do período reprodutivo para os indivíduos sobreviverem e os jovens crescerem (BOYLE, 2010). Ainda segundo esta hipótese, o comportamento migratório altitudinal pode ser determinado pela limitação de disponibilidade de alimentos ricos em proteínas durante o período reprodutivo, recurso bastante demandado, por exemplo, para a produção de ovos pelas fêmeas e para a alimentação dos filhotes (BOYLE, 2010; CAREY, 1996). Neste caso, por exemplo, os indivíduos permanecem em áreas mais elevadas durante o período reprodutivo onde há maior abundância de artrópodes durante esta temporada. Então, na época não reprodutiva, quando a oferta é limitada nas áreas elevadas, os indivíduos migram para baixas altitudes, e assim, desfrutam da maior disponibilidade de recursos alimentares (BLAKE; LOISELLE, 1991; BOYLE, 2008, 2010, CHAVES-CAMPOS, 2003, 2004; ROSSELLI, 1994; SOLORZANO *et al.*, 2000).

A migração altitudinal é realizada principalmente por aves frugívoras e nectarívoras, mas também ocorre em algumas aves de rapina (ARETA; BODRATI, 2010; FAABORG *et al.*, 2010b). Este padrão é bem compreendido na América Central, enquanto que na região dos

Andes demanda mais estudos, pois devido a estrutura espacial local, pode haver tanto movimentos migratórios para a região costeira quanto para o interior do continente nas terras baixas amazônicas (FAABORG *et al.*, 2010b). No Brasil, há registros do padrão migratório altitudinal na floresta amazônica, no Pará, por alguns Passeriformes como o bico-agudo, *Oxyruncus cristatus* (Oxyruncidae), e nos estados do Espírito Santo e Rio Grande do Sul respectivamente por alguns traupídeos como *Sporophila ardesiaca* e *S. caerulescens* (SICK, 1983; SILVA, 1993). Este comportamento migratório ocorre ainda em fringílídeos como a *Euphonia violacea* (SILVA, 1993), *E. Laniirostris* (WILLIS; SCHUCHMANN, 1993) e *E. cyanocephala* (ARETA; BODRATI, 2010). Na Floresta Atlântica, há a migração altitudinal de sabiá-cica, *Triclaria malachitacea* (Psittacidae), tucano-de-bico-verde, *Ramphastos vitellinus* (Ramphastidae), e jacutinga, *Pipile jacutinga* (Cracidae) que se deslocam sazonalmente através de um gradiente altimétrico entre áreas da Serra do Mar (CASTRO *et al.*, 2012; GALETTI; ALEIXO 1998; GALETTI *et al.* 2000; SICK, 1997). Há ainda, a movimentação altitudinal de *Turdus flavipes* (Vieillot, 1818) ao longo da Serra do Mar acompanhando o gradiente de frutificação do palmiteiro *Euterpe edulis* entre zero e 250 m acima do nível do mar no litoral sul de São Paulo (CASTRO *et al.*, 2012). No caso de *T. flavipes* há discrepâncias quanto aos seus padrões migratórios, pois em outras localidades não é bem definido se esta espécie se desloca do sul do Brasil ao nordeste ou se migra altitudinalmente nas áreas montanhosas (SICK, 1997).

1.5 *Turdus flavipes*

O sabiá-una, *Turdus flavipes*, (Passeriformes: Turdidae) é nativo da Argentina, Brasil, Colômbia, Guiana, Paraguai, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela (IUCN, 2016). Considera-se que a espécie possui baixo risco de extinção (categoria pouco preocupante), embora possa ser localmente ameaçada na Argentina (IUCN, 2016; MELLER, 2013). Há cinco subespécies: *T. f. flavipes*, que se distribui desde o sudeste do Brasil até o nordeste da Argentina e Paraguai; *T. f. venezuelensis*, ocorre no norte da Colômbia até o norte e oeste da Venezuela; *T. f. melanopleura*, se distribui do nordeste da Venezuela e nas Ilhas Margarita e de Trindade (Caribe); *T. f. xanthoscelus*, ocorre na Caribe, na Ilha de Tobago; e *T. f. polionotus* ocorre no Sul da Venezuela (Bolívar), Guiana e nas adjacências do norte do Brasil (CLEMENTS *et al.*, 2016). Neste trabalho, toda menção a *Turdus flavipes* e sabiá-una se refere à subespécie *T. f. flavipes*.

O sabiá-una ocorre amplamente na Floresta Atlântica em florestas montanas, úmidas e secundárias. É encontrado entre 20 e 1800 m de altitude no dossel e sub-dossel de matas, capoeirões, bosques com araucária, capões e plantações (ALVES, 2007; CLEMENTS *et al.*, 2016; MELLER, 2013; SICK, 1997). Esta espécie se reproduz durante a primavera, no período chuvoso, possui cuidado biparental, dois filhotes por ninhada, e os ninhos tem o formato de taça rasa construída com abundância de substâncias húmicas e normalmente ficam camuflados no meio de folhagens (OLIVEIRA *et al.*, 2014a).

Os turdídeos de forma geral possuem aspecto singular e bem característico. Possuem em torno de 20 cm de tamanho, plumagem críptica e cerca de 70 g de peso. As características morfológicas que definem *T. flavipes* são o bico, patas e anel perioftálmico amarelos. É uma espécie que possui dimorfismo sexual, sendo a fêmea pardo-olivácea com abdômem marrom-amarelado ou esbranquiçado e garganta estriada de marrom-escuro e o macho preto com o dorso e barriga cinzenta (SICK, 1997).

Durante o ano inteiro, *T. flavipes* apresenta um comportamento inquieto e agitado no crepúsculo e no amanhecer, emitindo vozes de chamado e advertência (SICK, 1997). A espécie possui um canto variado e capacidade de imitar outras aves, durante a estação reprodutiva canta abertamente sobre a copa das árvores. Ao longo do ano, emitem chamados, i.e um sinal acústico curto de comunicação entre os indivíduos. Tais chamados permitem identificação entre os indivíduos, e servem como aviso de ameaça de predadores e defesa de território (CATCHPOLE, 1982; SICK, 1997).

A dieta do sabiá-una é generalista com necessidades nutricionais flexíveis (HASUI, 2003). Alimenta-se de frutos carnosos nativos ou cultivados que possuam grande quantidade de polpa e de artrópodes em geral (CASTRO *et al.*, 2012; HASUI, 2003; MELLER, 2013). Em um estudo com análise de material escatológico, 80% das amostras coletadas de *T. flavipes* eram compostas por frutos e invertebrados e 20% por frutos apenas (MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010). Também há o registro do consumo de formigas de correição *Labidus praedator*, em um estudo feito por Faria e Rodrigues (2009).

O *T. flavipes* alimenta-se com frequência de frutos de palmeiras do gênero *Euterpe*, embaúbas (*Cecropia* sp.), pimenta-malagueta (*Capsicum* sp.), entre outras (SICK, 1997). Costumam regurgitar as sementes, em geral viáveis para germinação, após cerca de 1h da ingestão dos frutos (CASTRO; GALETTI, 2003; SICK, 1997). O sabiá-una é frequentador assíduo de *Euterpe edulis* durante a sua frutificação, sendo um dos principais dispersores de sementes e, deste modo, atuam na estrutura ecológica das populações de *Euterpe edulis*,

contribuindo para a viabilidade genética da espécie (CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; CASTRO *et al.*, 2012; SICK, 1997).

Uma particularidade das aves, em geral, é a sua potencial atuação como reservatório de agentes etiológicos (LUGARINI *et al.*, 2008). Sabe-se que o *T. flavipes* é hospedeiro de parasitas sanguíneos dos gêneros *Trypanosoma* sp. e *Haemoproteus* sp. (WOODWORTH-LYNAS; CAINES; BENNETT, 1989). O hemoparasita *Haemoproteus* sp. ocasiona a malária aviária, uma doença que pode causar a extinção das espécies silvestres (ROOS, 2014). Além disso, as excreções do sabiá-una são fontes para *Cryptococcus neoformans*, levedura infecciosa às aves que pode causar meningoencefalite e meningite criptocócica, uma infecção com alto risco de vida que ameaça principalmente indivíduos imunocomprometidos (LUGARINI *et al.*, 2008).

Embora haja diferentes informações sobre o sabiá-una, desde o seu potencial como reservatório de agentes etiológicos, os atributos de dieta e até sua distribuição, pouco se sabe sobre a sazonalidade de ocorrência da espécie em regiões distintas da estudada por Castro *et al.* (2012). O *T. flavipes* apresenta registros sazonais no Parque Nacional do Itatiaia-RJ, entre os meses de abril e outubro, indicando migração da espécie (ALVES, 2007). Sugere-se que esta migração ocorra entre o sul do Brasil durante o outono e inverno para regiões mais quentes no norte ou, ainda, que seja uma migração do tipo altitudinal (ALVES, 2007; CASTRO *et al.*, 2012; SICK, 1997). Diversas pesquisas apontam a ocorrência sazonal desta espécie em Misiones, na Argentina, Paraguai e no Rio Grande do Sul, entretanto os registros são em sua maioria oriundos de observações temporalmente pontuais ou demasiadamente esparsas (ARETA; BODRATI, 2010; BERTONI, 1926; CHEBEZ, 1992; MELLER, 2013; NAROSKY; YZURIETA, 2003; NAVAS, J. R., 1993; OLROG, 1979; SICK, 1997).

Há registros de *T. flavipes* na Serra do Mar e Mantiqueira realizando migrações altitudinais (ALVES, 2007). No entanto não há evidências quantitativas de um movimento altitudinal, apenas ocorrências sugerindo que permaneça em áreas florestais de encosta entre 800 e 1800m de altitude na região da Serra de Itatiaia (RJ) durante o verão e que se desloca para o sopé das montanhas durante o inverno (ALVES, 2007). Contrariando esse padrão, há relatos de que a espécie utiliza a costa brasileira para invernar e que se reproduz na região de Misiones, na Argentina e Paraguai. Alguns autores sugerem que este comportamento foi afetado, ou mesmo extinto, pelo desmatamento da Mata Atlântica nos últimos 80 anos, sobretudo nos estados de Santa Catarina e Paraná (ARETA; BODRATI, 2010; GIRAUDE; POVEDANO, 2003).

Outra pesquisa que envolve *T. flavipes* foi realizada na Ilha da Queimada Grande (SP) no período de 1996-1997 e 2007-2008 por Marques *et al* (2012). Neste estudo, o objetivo foi analisar a dieta dos indivíduos de jararaca-ilhoa *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae), mas visto que nesta localidade as principais presas da espécie são Passeriformes, também foi realizado amostragem da ocorrência das aves ao longo do ano para avaliar a abundância das presas disponíveis. Foi detectada a ocorrência de *T. flavipes* no trato digestório das serpentes apenas entre os meses de abril e setembro, sendo que nesta época foi uma das aves amostradas que apresentou maior abundância relativa (MARQUES *et al.*, 2012). A cerca de 150Km de distância dali, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP), outro estudo demonstrou que a população local de sabiá-una se movimenta ao longo de um gradiente altimétrico acompanhando a frutificação da palmeira-juçara (*Euterpe edulis*). No local, os indivíduos desta palmeira que se encontram nas áreas de restinga e planície (0-50m a.n.m) reproduzem-se temporalmente mais cedo do que os indivíduos localizados na floresta premontana, região com até 250m de altitude (CASTRO *et al*, 2012). Contudo, embora Castro (2012) tenha relatado que o *T. flavipes* apresente comportamento migratório altitudinal na área, uma avaliação aprofundada dos dados apresentados por ele sugere que a variação na abundância da população estudada caracteriza mais especificamente uma migração parcial.

Migração parcial se refere ao comportamento intrapopulacional em que alguns indivíduos da população migram após a reprodução, enquanto outros permanecem no local durante o período não-reprodutivo (CHAN, 2001; DINGLE, 2008; JAHN *et al.*, 2006). Este é um comportamento migratório comum em muitas aves, principalmente nas áreas litorâneas (JAHN *et al.*, 2012). Pesquisas com migrantes parciais devem, idealmente, ser realizadas com intenso monitoramento de cada indivíduo, como efetuado por Boyle (2008). No entanto, até o momento, tais estudos são extremamente escassos no Brasil (JAHN *et al*, 2012). O acompanhamento individual, entretanto, tende a ser a segunda etapa nos estudos com migração parcial, uma vez que inicialmente se faz necessário identificar se uma determinada espécie apresenta tal comportamento para posteriormente detalhar essa dinâmica em nível individual (JAHN *et al.*, 2006).

Apesar de existirem trabalhos com migrantes altitudinais (BOYLE, 2008, 2010; BOYLE; NORRIS; GUGLIELMO, 2010; BURGESS; MLINGWA, 2000; CASTRO *et al.*, 2012; CHAVES-CAMPOS, 2003, 2004; HAHN *et al.*, 2004; JOHNSON; MACLEAN, 1994; MACKAS *et al.*, 2010; RABENOLD; RABENOLD; LAFAYETTE, 1985; ROSSELLI, 1994; SILVA, 1993; STILES; CLARK, 1988; VERA; FERNÁNDEZ-BADILLO; SOLORZANO, 2000) e com migrantes parciais (BELTHOFF; GAUTHREAUX, 2016; BIEBACH, 1983;

BOYLE, 2008, 2011; BOYLE; CONWAY; BRONSTEIN, 2011; CHAN, 2001; JAHN *et al.*, 2010b, 2012, LUNDBERG, 1987, 1988; MARINI *et al.*, 2013), há poucas pesquisas (BENCKE; KINDEL, 1999) no âmbito da migração altitudinal abordando uma espécie na Floresta Atlântica. Neste sentido ainda há muito para se compreender sobre os mecanismos regulatórios e os padrões definidos por estes comportamentos. Devido à escassez de estudos com migrantes altitudinais, à falta de informações e às discrepâncias sobre rotas migratórias, áreas de reprodução e invernada de *T. flavipes* nas suas regiões de ocorrência, surgiu o propósito desta pesquisa, a qual pretende avaliar as variações espaço-temporais de ocorrência de *T. flavipes* na Serra do Mar Paranaense.

2. OBJETIVOS

Este estudo teve por objetivo avaliar as variações espaço-temporais de ocorrência das populações de *T. flavipes* ao longo de um gradiente altimétrico na Serra do Mar Paranaense e avaliar como a sazonalidade dos recursos alimentares e as condições climáticas se correlacionam com esse comportamento. Especificamente, propôs-se: (1) determinar se há sazonalidade no padrão de ocorrência de *T. flavipes* em diferentes cotas altimétricas na Serra do Mar na região norte do Paraná; (2) avaliar se a eventual sazonalidade de ocorrência de *T. flavipes* responde às variações na oferta de recursos alimentares e/ou de variáveis climáticas (i.e. precipitação, temperatura e fotoperíodo).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada em três áreas na Serra do Mar paranaense: na localidade conhecida como Mananciais da Serra no Parque Estadual Pico Marumbi (PEPM); na Reserva Natural Guaricica (RNG); e no Parque Estadual da Graciosa (PEG; Figura 1). Todos os locais apresentam conectividade com o litoral paranaense através de áreas preservadas na Serra da Graciosa e Serra da Prata. A costa do Estado do Paraná é composta predominantemente por florestas (83%) em bom estado de conservação e pertence ao maior remanescente de Floresta Atlântica (KAUANO *et al.*, 2012). Além disso, conta com algumas unidades de conservação, tais como o Parque Nacional (PARNA) Saint-Hilaire/Lange, PARNA do Superagui e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Salto Morato. Estes atributos ambientais caracterizam uma via plausível de passagem para as aves migrantes altitudinais por possibilitar acesso ao litoral paranaense sem grandes barreiras naturais e antrópicas como a fragmentação e urbanização do hábitat florestal.

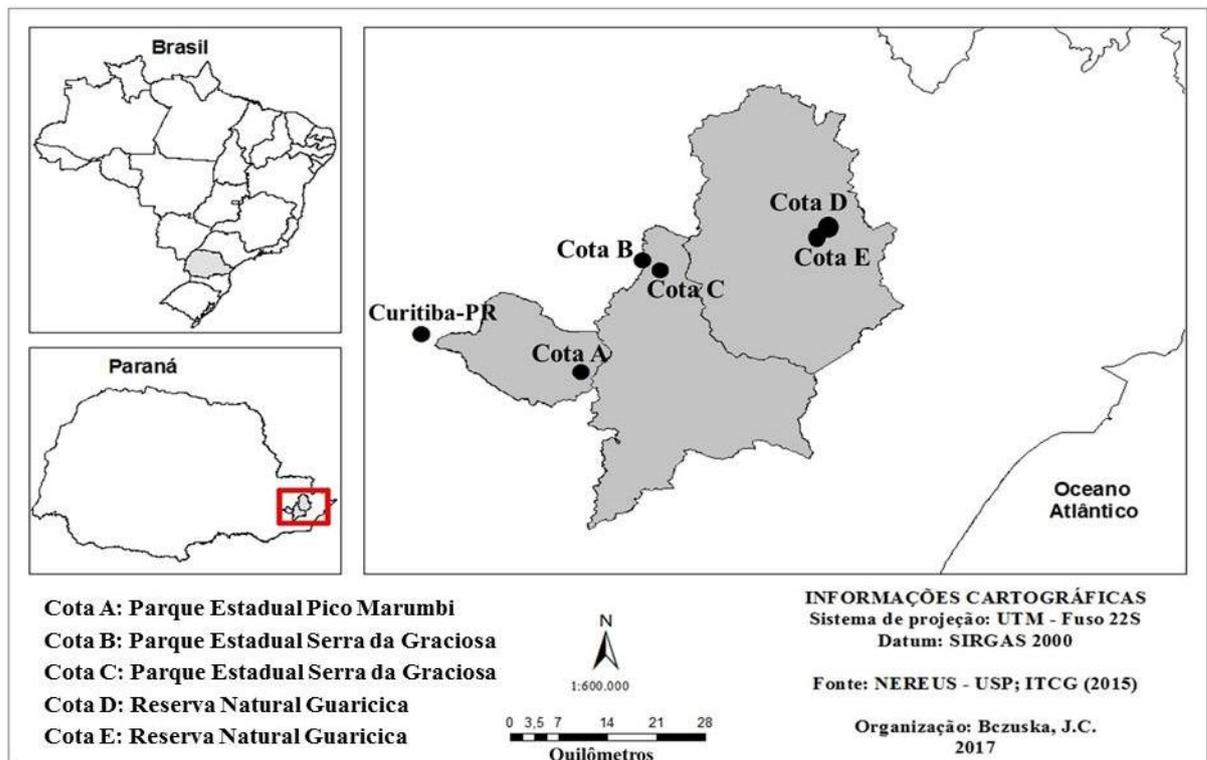


Figura 1. Localização das áreas de estudo no estado do Paraná, Brasil.

O PEPM (25°29'S, 48°58'W; Figura 1) se localiza no município de Piraquara, região metropolitana de Curitiba - PR. Encontra-se no Primeiro Planalto Paranaense entre altitudes de 900 e 1100m (ANJOS; NAVARRO-SILVA, 2008; STRUMINSK, 1996). A área possui

2.342 ha que compõem os remanescentes florestais mais conservados da região (ROCHA; JÚNIOR, 1996). A vegetação caracteriza-se como ecótono entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista (BIANCHI; BENTO; KERSTEN, 2012; REGINATO; GOLDENBERG, 2007; RODERJAN *et al.*, 2002). Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é subtropical úmido mesotérmico, Cfb, temperado, com verões amenos, sem estações secas definidas e chuvas distribuídas uniformemente. A incidência de geada no inverno é frequente e severa, com ocorrência média de até 25 dias e a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C. A precipitação é em torno de 1.100 a 2.000 mm/ano (CAVIGLIONE *et al.*, 2000; ITCG, 2008).

A RNG, especificamente na RPPN Rio Cachoeira (25°36'S, 54°25'W; Figura 1) integra a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba e localiza-se no município de Antonina – PR. O local possui 8.700 ha e é caracterizado por vegetação de Floresta Ombrófila Densa e ocorrência dos grupos geomorfológicos de ambiente de encosta e planície litorânea, variando desde o nível do mar até 500 m de altitude (BÓÇON, 2010; RODERJAN *et al.*, 2002). A região possui clima tropical úmido (Af), com verões quentes apresentando temperatura média superior a 22°C e invernos frios que variam entre 18°C e 3°C. Geadas são pouco frequentes, não há estação seca definida e a precipitação varia entre 2.500 e 3.000 mm/ano (BÓÇON, 2010; ITCG, 2008).

O PEG localiza-se na Serra da Graciosa (Figura 1) no município de Morretes – PR e possui área de 1.189,58 ha. É circunvizinho aos picos Paraná, Anhangava e Marumbi. Está inserido no bioma da Floresta Atlântica, caracterizado por Floresta Ombrófila Densa com diversas áreas de mata nebulosa (MMA, 2016) e possui clima semelhante ao da RNG (ITCG, 2008).

3.2 Ocorrência e sazonalidade de *Turdus flavipes*

Para avaliar se as populações estudadas apresentaram sazonalidade consistente com a de migração altitudinal, i.e., as populações de *T. flavipes* apresentam padrões distintos entre si de abundância ao longo do ano, as áreas amostradas foram divididas em cotas de altitude (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das cotas altimétricas entre cada área de amostragem da abundância de indivíduos de *Turdus flavipes* na região de Serra do Mar paranaense.

Cota	Área	Altitude (m)
A	Parque Estadual Pico Marumbi-Mananciais da Serra	900-1100
B	Serra da Graciosa	600-900
C	Serra da Graciosa	200-600
D	Reserva Natural Guaricica	100-200
E	Reserva Natural Guaricica	0-100

A avaliação da ocorrência e sazonalidade da densidade de *T. flavipes* em cada área de estudo foi realizada por censos em transecções e pontos de escuta (BIBBY; BURGESS; HILL, 1993; SUTHERLAND; NEWTON; GREEN, 2004). As densidades no PEPM (cota A) e RNG (cotas D e E) foram estimadas pelo primeiro método. Em cada campanha no PEPM, os censos foram realizados em três dias consecutivos em trilhas preexistentes no local, totalizando 7 Km de amostragens (Figura 2B). Trilhas preexistentes (3 e 3,5 Km) também foram utilizadas para as amostragens na RNG, as quais foram percorridas em dois dias consecutivos em um total de 6,5 Km de esforços (Figura 2C).

No PE da Graciosa, as estimativas foram obtidas por pontos de escuta definidos às margens da Estrada da Serra da Graciosa (PR-410), assegurando amostragens ao longo de todo o gradiente altimétrico da serra. Os censos foram feitos em 16 pontos (cota B = 6 pontos e cota C = 10 pontos), exceto nos dois meses iniciais, em que foram amostrados 8 e 14 pontos, respectivamente (Figura 2A). Os pontos foram distribuídos ao longo de 11,6 km da estrada, distantes entre si de 110 m a 1.220 m (média: 440m), com raio fixo de 50 m e tempo de registro constante de 5 min/ponto. O tempo de deslocamento de um ponto a outro variou entre 4 e 24 minutos. Todas as amostragens no PE da Graciosa foram realizadas em dias úteis, quando o tráfego de veículos era reduzido (<3 veículos/min).

As amostragens no PEPM foram mensais, enquanto que na RNG e PEG as amostragens foram bimensais por limitações logísticas. As amostragens em todas as áreas de estudo foram feitas entre outubro/2015 e outubro/2016, no período matutino, iniciando logo após o nascer do sol com duração média de 2 horas. Durante as amostragens foram estimadas as distâncias perpendiculares em relação ao transecto de todos os indivíduos de *T. flavipes* observados ou escutados. Estes registros de distância foram utilizados posteriormente para calcular as densidades mensais de ocorrência do sabiá-una em cada localidade. As amostragens foram realizadas por dois pesquisadores, mas a estimativa das distâncias foi padronizada para ambos.

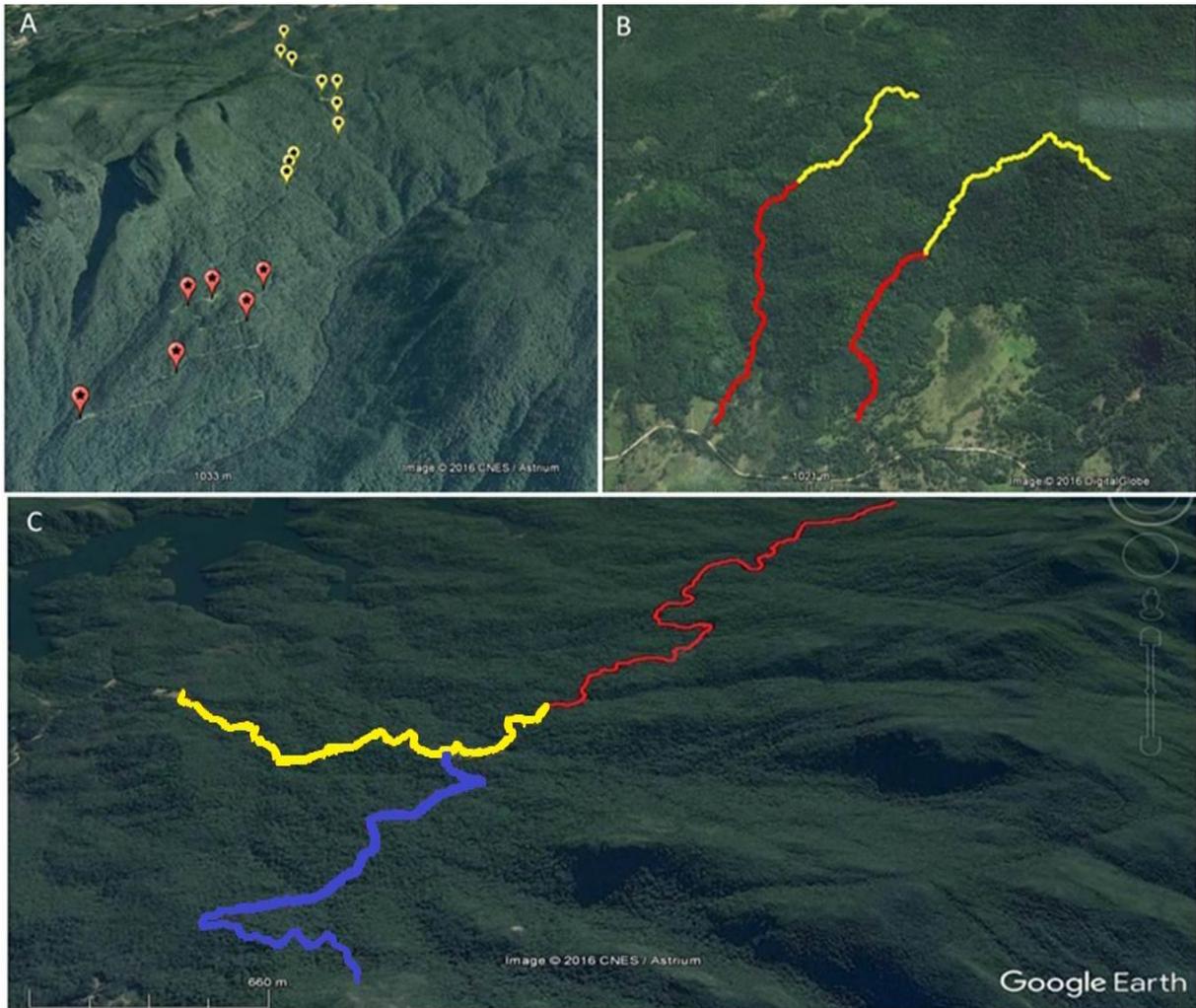


Figura 2. Desenho amostral nas áreas de estudo. **A:** Distribuição dos locais de censo por ponto de escuta no Parque Estadual da Graciosa; os pontos em amarelo representam a cota B e os pontos em vermelho à cota C. **B:** transectos na Reserva Natural Guaricica, os trechos em amarelo se referem à cota D e os trechos em vermelho à cota E. **C:** Disposição dos 3 transectos no Parque Estadual Pico Marumbi, cota E; os trechos em amarelo, azul e vermelho representam cada trilha que é amostrada por dia.

3.3 Recursos alimentares e variáveis ambientais

A oferta de frutos e artrópodes como recursos alimentares foi quantificada nas áreas de estudo. A disponibilidade de frutos foi avaliada pelo monitoramento da fenologia reprodutiva das plantas ornitocóricas cujos frutos possuíam tamanhos suscetíveis à ingestão pelo *T. flavipes* (menores que 2 cm, baseado na morfometria obtida por captura dos indivíduos da espécie). Para isso, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos ($CAP \geq 10$ cm; BENCKE; MORELLATO, 2002) em 4.500 m² de floresta no PEPM e na RNG, distribuídos em 10 parcelas de 150 m² no PEPM e, na RNG, em duas parcelas de 700 m² e duas de 800 m². Desse modo, foi amostrada uma área total de 1500 m² em cada cota de altitude contidas nestas áreas de estudo (A, D e E). As cotas B e C não foram incluídas nas amostragens, devido a

empecilhos logísticos. Todas as plantas foram acompanhadas durante o período de amostragem para o registro da ocorrência de botões florais, flores e frutos imaturos e maduros. Quando presentes, os frutos maduros de cada planta amostrada foram quantificados pelo método de contagem direta ou, se a planta possuía muitos frutos (acima de 100), foi realizada a contagem de um cacho/porção dos frutos da planta e estimada a quantidade para o total da copa (PALUDO; SILVA; REIS, 2012). A abundância mensal de frutos/ha foi obtida pelo total de frutos de todas as plantas que frutificaram em cada área durante o período de amostragem.

Para quantificar a abundância de artrópodes no sub-bosque, foram utilizadas armadilhas de interceptação de voo semelhantes à Malaise suspensa. As armadilhas possuíam telas em sua região central com 1x1 m de largura e 1,5 m de altura e um coletor no topo com abertura de 2 cm para a passagem e coleta dos invertebrados (Figura 3). Foram colocadas oito armadilhas no PEPM (Cota A) e quatro na RNG (duas em cada cota, D e E), todas permanecendo ativas 24 h/dia ao longo de todo o período de estudo. O material coletado em cada armadilha foi recolhido na mesma periodicidade das amostragens de censo e armazenado em laboratório em frascos com álcool 70%. Ao término das amostragens, todas as amostras foram secadas em estufa a 60°C por 24 h e, posteriormente, pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g). Para assegurar comparabilidade dos dados coletados nas diferentes áreas de estudo, a biomassa seca (g) total de artrópodes amostrados em cada área e mês de amostragem foi ponderada pelo total de dias entre cada coleta das amostras.



Figura 3. Armadilha de interceptação de voo semelhante à Malaise suspensa utilizada para as amostragens de artrópodes no subbosque das áreas de estudo (Parque Estadual Pico Marumbi e Reserva Natural Guaricica, cotas A, D e E, Paraná).

Para obter maiores informações sobre a dieta da espécie e assim aprimorar o entendimento de como as variações na oferta de recursos alimentares pode influenciar a ocorrência do sabiá-una, foi realizado um levantamento de todas as espécies de frutos e artrópodes consumidas pelo *T. flavipes*. Para isso, foi compilado um conjunto de dados com os registros de artigos, dissertações, teses e observações oportunísticas em campo. A revisão de literatura foi realizada entre novembro e dezembro de 2015 por buscas nos portais *Web of Science*, Portal de Periódicos CAPES, Scopus, Scielo e Google Acadêmico. Os termos de busca utilizados tanto para *Turdus flavipes* quanto *Platycichla flavipes* foram: dieta/*diet*, frutificação/*fructification*, frugivoria/*frugivory*, forrageamento/*foraging*, dispersão de sementes/*seed dispersal*, insetos/*insect*, alimento/*food*, artrópodes/*arthropods*, conteúdo estomacal/*stomach contents*, itens alimentares, fezes/*faeces*.

Para descrever as variações climáticas das áreas amostradas ao longo do ano, foram obtidas as variáveis climáticas de temperatura compensada média e precipitação total mensal, junto ao Sistema Meteorológico do Paraná, o Instituto SIMEPAR. Para a área do PEPM, foram utilizados os dados da estação meteorológica de Curitiba e para ambas as cotas amostradas na RPPN Rio Cachoeira foram utilizados os dados da estação de Antonina. O comprimento do dia para a latitude da região do estudo foi obtido no site Daylight Calculator (MOESEN, 2016).

3.4 Análises de dados

Densidade de Turdus flavipes

A partir dos censos realizados para indivíduos de *T. flavipes* foram calculadas as densidades das populações em cada período de amostragem e área de estudo pelo índice quilométrico de abundância (KIA) para os dados coletados em censo por transecto, no software Distance 6.2 (THOMAS *et al.*, 2010). Para os dados coletados nos censos por ponto de escuta, foi estimada a densidade através do número de indivíduos por ponto amostrado. Neste caso, optou-se pela não utilização das densidades calculadas segundo THOMAS *et al.* (2010) pois seus valores podem ser amplamente influenciados e enviesados por erros nas estimativas de distância, comuns de ocorrerem quando a amostragem é realizada por pesquisadores pouco familiarizados com o método (BUCKLAND; MARSDEN; GREEN, 2008).

Para a análise do KIA, os dados coletados foram visualizados em histogramas para a seleção do modelo de estimativa de densidade que melhor se ajustava aos dados. Para isso, foram propostos vários modelos baseados nas diferentes combinações de funções (uniforme, *half-normal* e *hazard-rate*) e séries de expansão (cosseno, *hermite polynomial* e *simple polynomial*), dos quais o melhor para cada conjunto de dados foi selecionado utilizando o Critério de Informação de Akaike's (AIC), conforme protocolo descrito por Tonetti e Pizo (2016). Em seguida, foram comparados três modelos, com os dados completos, com truncagem de 5% e de 10% dos dados, sendo o melhor modelo ajustado definido por um teste de qui-quadrado de ajuste deste modelo (*chi-squared goodness of fit*).

Em um caso especial (março/2016), obtivemos registros de indivíduos apenas sobre o transecto (distância = 0 m), impossibilitando qualquer estimativa de abundância pelo método analítico disponível no software. Assim, este caso particular foi estimado manualmente segundo a fórmula de BUCKLAND (2001), utilizando como base a taxa de detectabilidade calculada para o mês anterior.

A metodologia de amostragem por distâncias, que inclui o KIA, estima a abundância e a densidade de populações a partir dos registros das distâncias de detecção do objeto de interesse. As distâncias são registradas perpendicularmente quando a amostragem é realizada em transectos lineares ou radialmente quando em pontos de escuta (GREENE; EFFORD, 2012; THOMAS *et al.*, 2002, 2010). A lógica matemática das análises de amostragem por distâncias consiste no cálculo da razão entre o número de registros e o número total de pontos amostrados em cada mês, conforme a equação:

$$\text{Densidade} = \frac{n}{a \cdot P_a}$$

em que n é o número de ocorrências da espécie e a a área amostrada. No censo por transectos lineares, a faixa amostrada é obtida pela área do transecto $a = 2wl$, sendo w a largura de apenas um lado amostrado no transecto e l o comprimento total do transecto (BUCKLAND; MARSDEN; GREEN, 2008). O cálculo da densidade pelo método de amostragem por distâncias também leva em consideração a probabilidade de detecção dos objetos de interesse, dada por:

$$P_{a1} = 2 \cdot \pi \cdot \int_0^w r \cdot g(r) \cdot dr \qquad P_{a2} = \int_0^w g(x) \cdot dx,$$

em que P_{a1} é a probabilidade média de detecção da espécie em estudo na área amostrada por censo por ponto de escuta e P_{a2} em amostragem de censo por transecto (mais detalhes em BUCKLAND *et al.*, 2001, cap. 2 e 3). Estas funções de probabilidade estimam o máximo valor provável de detecção, dado que o animal está presente na área amostrada (MARQUES, 2009). Baseia-se na premissa principal de que todos os indivíduos que se encontram na distância zero do transecto são detectados, mas considera a maior dificuldade de detecção pelo observador dos indivíduos mais afastados do transecto. Assim, este método consiste em ajustar uma função para os dados coletados estimando a proporção de indivíduos cuja presença o pesquisador foi incapaz de registrar (BUCKLAND *et al.*, 2004; MARQUES, 2009). Há outras premissas invioláveis para a análise estatística confiável de amostragens por distância (BUCKLAND *et al.*, 1993; THOMAS *et al.*, 2002):

- (1) o objeto ou espécie em estudo distribui-se uniformemente pela área de estudo e a amostragem é feita aleatoriamente, garantindo que os transectos de coleta de dados são independentes da distribuição;
- (2) os indivíduos na distância zero do transecto são detectados perfeitamente, i.e. $g(0) = 1$;
- (3) o processo de observação é instantâneo e não há movimentos de atração ou repulsão dos indivíduos em função da presença ou movimentação do observador;
- (4) todas as distâncias do objeto de estudo ao transecto são obtidas com acurácia e precisão.

Atendendo às premissas acima, a amostragem por distâncias fornece valores imparciais e confiáveis de abundância e densidade de populações. Mesmo não registrando todos os indivíduos na amostragem, se $g(0) = 1$ o viés das estimativas é desprezível e a análise se mantém robusta (GREENE; EFFORD, 2012).

Um ponto importante a ser considerado durante a realização dos censos é a possibilidade de que a detectabilidade dos indivíduos de *T. flavipes* tenham variado em função do habitat, época do ano e horário das amostragens (THOMPSON, 2004). Algumas espécies

possuem elevadas taxas de detecção durante o seu período de reprodução, mas no restante do ano tornam-se discretas e, por vezes, passam despercebidas para os pesquisadores. Estas alterações na detectabilidade poderiam gerar estimativas irreais de densidade do sabiá-una e, conseqüentemente, conclusões errôneas sobre a sua sazonalidade. Contudo, e antecipando esta adversidade, a amostragem deste estudo destinou especial atenção aos registros dos indivíduos pelos seus chamados, vocalizações que são emitidas pela espécie ao longo do ano todo.

Sazonalidade das densidades de Turdus flavipes

Para avaliar a flutuação sazonal ao longo do ano das populações de *T. flavipes*, os valores das densidades populacionais obtidos em cada área de estudo foram convertidos em dados circulares. Para isso, associamos as estimativas de densidades de *T. flavipes* para cada mês amostrado ao ângulo correspondente, i.e. 30° para as estimativas de janeiro, 60° para fevereiro e assim sucessivamente. A análise de dados com distribuição circular consiste em uma escala de medida dividida igualmente em períodos (por exemplo: horas, dias, meses ou anos) que não possuem um marco zero verdadeiro, isto é, não há um referencial de início ou fim do período de observações (ZAR, 2010). Desta forma, os valores mensais referentes à densidade de *T. flavipes* passaram a ser representados por pontos sobre o raio (Figura 4; ZAR, 2010)

Análises circulares, assim como a estatística linear, geram parâmetros que possibilitam avaliar a distribuição dos dados. Para tanto, primeiramente, foi usado o teste de significância de Watson's (U^2) para determinar o padrão de distribuição das taxas de densidade das populações de *T. flavipes* ao longo do período de estudo. Ao avaliar se as populações têm distribuição uniforme e/ou de von Mises, equivalente à distribuição Gaussiana para dados lineares, esta análise permitiu inferir se as populações amostradas em cada área de estudo apresentaram variações sazonais de densidade ao longo do ano. Além disso, devido à distribuição dos dados não se ajustarem à distribuição de von Mises, foi executado um teste não paramétrico de Watson's (U^2) para vários grupos, com correção *a posteriori* do valor de significância por Bonferroni, para comparar par-a-par a flutuação da densidade entre as populações. Desse modo, foi possível avaliar se as datas médias dos picos de ocorrência de *T. flavipes* se sobrepuseram ou diferiram entre cada área amostrada. As análises circulares foram realizadas no software Oriana (KOVACH, 2006).

Sazonalidade das densidades e sua relação com as variáveis ecológicas

Para analisar a relação entre as flutuações sazonais da densidade de *T. flavipes* com as variáveis ecológicas, foram propostos modelos lineares generalizados – GLM (ZUUR *et al.*, 2009). Este é um modelo de regressão que relaciona a variável de interesse (resposta) e as variáveis explicativas (preditoras) analisando a influência de um ou mais fatores sobre a questão de interesse para dados com diferentes naturezas e distribuições (QUINN; KEOUGH, 2002). Cinco variáveis ecológicas foram incluídas nos modelos: as variáveis bióticas, que incluem (i) a abundância mensal de frutos e (ii) a biomassa total ponderada de artrópodes; e as variáveis abióticas (iii) precipitação, (iv) temperatura e (v) comprimento do dia. As análises iniciais dos dados evidenciaram autocorrelação entre o comprimento do dia e todas as demais variáveis (temperatura: $r = 0,77$; precipitação: $r = 0,62$; abundância de artrópodes: $r = 0,61$; abundância de frutos $r = 0,71$). Por esta razão, a variável comprimento do dia foi excluída dos modelos propostos.

Os GLMs foram analisados na plataforma R versão 3.2.1 (R CORE TEAM, 2015). Inicialmente, foi verificada a normalidade dos dados da variável resposta, pelo teste de Shapiro-Wilk. As unidades de medida das variáveis preditoras (temperatura, precipitação, abundância de artrópodes e de frutos) foram bastantes discrepantes devido à natureza destas variáveis. Assim, foi realizado o rescalonamento dessas para que seus valores passassem a se distribuir em uma mesma escala. Este procedimento foi feito subtraindo de cada observação a média da variável e posteriormente dividindo o resultado pelo desvio padrão da variável (BECKER; CHAMBERS; WILKS, 1988). Nos modelos de regressão propostos, foi utilizada a família de distribuição de Poisson com ajuste para sobredispersão. A partir do modelo completo, i.e. contendo todas as variáveis preditoras, incluindo as interações plausíveis, foi realizada a validação do modelo pela análise dos resíduos e o processo de seleção de modelos por remoção sequencial de variáveis (ZUUR *et al.*, 2009).

As análises de GLM foram realizadas em três abordagens: (i) em nível regional, (ii) com deslocamento espacial e (iii) deslocamento temporal (Tabela 2). As análises em nível regional foram realizadas para avaliar como a sazonalidade de *T. flavipes* respondeu às variações na oferta de recursos alimentares e às condições climáticas. Neste caso, as análises foram executadas com as variáveis resposta e explicativas medidas em uma mesma cota altimétrica. Conforme explicitado acima, a teoria sobre migração altitudinal se baseia na ocorrência de um deslocamento sazonal dos indivíduos entre as regiões mais altas e mais baixas do gradiente altimétrico de uma região. Assim, utilizamos a segunda abordagem para avaliar o deslocamento espacial das densidades populacionais, testando as relações entre a densidade de *T. flavipes* em uma cota de altitude extrema em função das variáveis explicativas

registradas no extremo altitudinal oposto. Deste modo, estas análises verificaram a influência das variáveis ecológicas das possíveis regiões de destino da migração de *T. flavipes* sobre a sazonalidade da espécie na localidade de origem, baseado na investigação prévia dos resultados obtidos através das análises circulares anteriores. A terceira abordagem avaliou o deslocamento espacial e temporal das abundâncias, utilizando o mesmo princípio da abordagem anterior, porém considerando a possibilidade de que as flutuações da densidade das populações de *T. flavipes* poderiam apresentar uma resposta tardia (*time-lag*) de um mês às variações das variáveis explicativas. Em outras palavras, foi avaliado se a flutuação da densidade de *T. flavipes* em uma área corresponde às variáveis ambientais medidas nas localidades de destino no mês anterior. A fim de verificar se as populações de *T. flavipes* em estudo apresentaram deslocamento altitudinal de abundância seguindo a frutificação da palmeira juçara *Euterpe edulis*, conforme descrito para outras áreas da Floresta Atlântica (CASTRO *et al.* 2012), foi testada a relação entre a densidade de *T. flavipes* e a abundância de frutos dessa palmeira nas cotas D e E, as únicas localidades amostradas com a presença de *E. Edulis*, embora ocorra comumente até os 900 m de altitude ao longo da Serra do Mar (CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005).

Tabela 2. Modelos das relações testadas nas análises de GLM entre a densidade de *Turdus flavipes* e as variáveis ecológicas nas cotas A, D e E (Parque Estadual Pico Marumbi e Reserva Natural Guaricica). VR = Variável resposta, refere-se à densidade de *Turdus flavipes* e VE = Variáveis explicativas. As variáveis explicativas incluídas nos modelos foram: abundância de frutos, abundância de artrópodes, precipitação e temperatura. As variáveis explicativas que apresentaram relação significativa com a variável resposta no modelo final estão destacadas em negrito ($\alpha < 0,05$).

Escala	Local VR	Local VE	Variáveis explicativas
Nível Regional	Cota A	Cota A	Abundância de frutos
	Cota D	Cota D	
	Cota E	Cota E	
Deslocamento espacial	Cota A	Cota D	Abundância de frutos
	Cota D	Cota E	
	Cota D	Cota A	
Deslocamento espacial e temporal (deslocamento de 1 mês das VE em relação à VR)	Cota E	Cota D	Abundância de frutos de <i>Euterpe edulis</i>
	Cota D	Cota E	
	Cota A	Cota D	
	Cota D	Cota A	Abundância de frutos, abundância de artrópodes, precipitação.

4. RESULTADOS

As densidades das populações de *T. flavipes* flutuaram sazonalmente ao longo do ano com padrão distinto entre as cotas de altitude. A espécie ocorreu durante o ano inteiro nas áreas amostradas, com picos de ocorrência em determinadas épocas (Tabela 3, Figura 4) distintos entre cada cota altimétrica (Tabela 4). Essa variação na densidade dos indivíduos ao longo do ano em cada localidade, alterando marcadamente entre um período com alta e outro com baixa densidade indica um comportamento migratório parcial.

Tabela 3. Teste de Watson's U² de distribuição circular para avaliar a sazonalidade das densidades das populações de *Turdus flavipes* nas cotas A a E ao longo do período do estudo. Em todos os casos, $p < 0,01$. O vetor médio indica a direção (0-360°) do pico e o comprimento do vetor (0-1) a concentração dos dados em torno da média.

Testes de distribuição	Cota A	Cota B	Cota C	Cota D	Cota E
Vetor médio (mês)	306° (nov)	10° (jan)	39° (fev)	125° (mai)	310° (nov)
Comprimento do vetor médio	0,578	0,541	0,628	0,336	0,527
IC (95%) do vetor médio	6.468	25.438	17.147	29.333	13.093
Teste de Watson's U ² (distribuição von Mises)	0,921	0,36	0,432	0,29	1,418
Teste de Watson's U ² (distribuição Uniforme)	7,057	0,63	1,063	0,612	2,444

Os dados fornecem evidências e suporte para dois padrões de deslocamento dos picos de densidades das populações do sabiá-una entre as cotas altitudinais estudadas. Estes padrões foram denominados em função do sentido do deslocamento do pico de abundância em relação à área reprodutiva. No primeiro, denominado padrão descendente, a população da área mais elevada, cota A, permaneceu predominantemente nesta área durante a primavera, período que compreende a estação reprodutiva do sabiá-una (Figura 4). A densidade de *T. flavipes* nessa cota mostrou-se positivamente relacionada com a disponibilidade local de frutos (Densidade de *T. flavipes* na cota A = $3,262 + 0,549 * \text{abundância de frutos cota A}$; $gl = 11$; $p < 0,01$; Figura 5). À medida em que o verão iniciou, os picos de densidade de sabiá-una passaram a ocorrer nas cotas B e, em seguida, na cota C. Durante o outono-inverno, o pico de ocorrência da população de sabiá-una diminuiu na cota A e aumentou na cota D (Densidade de *T. flavipes* na cota A = $2,746 - 1,719 * \text{abundância de frutos na cota D}$; $gl = 5$; $p < 0,05$), acompanhando diretamente a variação da disponibilidade de frutos nessas altitudes (Figura 5).

Além disso, a densidade de *T. flavipes* na cota D também respondeu com um mês de atraso à oferta de frutos e artrópodes e à precipitação total mensal na cota A (Densidade de *T. flavipes* na cota D = $1,297 - 2,078 * \text{abundância de frutos na cota A} + 1,489 * \text{abundância de artrópodes na cota A} - 1,752 * \text{precipitação na cota A}$; $gl = 5$; $p < 0,01$). Concluindo o ciclo anual, o pico de densidade do sabiá-una voltou a ocorrer na área mais elevada, cota A, durante a estação reprodutiva.

Tabela 4. Teste de Watson U^2 para vários grupos para comparação do período de ocorrência de *Turdus flavipes* entre as diferentes cotas de altitude. Em todos os casos, $p < 0,01$ após correção de Bonferroni.

Comparação entre áreas	Teste U^2
Cota A e B	1,63
Cota A e C	0,753
Cota A e D	2,021
Cota A e E	2,026
Cota B e C	0,207
Cota B e D	1,894
Cota B e E	2,789
Cota C e D	1,222
Cota C e E	2,068
Cota E e D	1,287

O segundo padrão, denominado ascendente, teve início com um pico de densidade de *T. flavipes* durante a estação reprodutiva na cota E (0-100 m de altitude). Este pico deslocou-se da área de sopé para altitudes intermediárias na época do verão, primeiro para a cota B e posteriormente para a cota C (Figura 4). Durante o outono-inverno o pico de densidade ocorreu na cota D, sendo o ciclo anual concluído com o próximo pico de ocorrência na cota E na estação reprodutiva da espécie na região. Segundo este padrão, as flutuações sazonais na ocorrência de *T. flavipes* não apresentaram relações com as variáveis ecológicas analisadas (temperatura, precipitação e abundância de artrópodes e frutos), tanto em nível regional quanto quando considerados os deslocamento espacial e temporal. No entanto, a densidade de *T. flavipes* na cota E aumentou conforme diminuiu a abundância de frutos de *E. edulis* na cota D (Densidade de *T. flavipes* na cota E = $3,755 - 0,0008 * \text{abundância de frutos de } E. edulis \text{ na cota D}$; $gl = 5$; $p < 0,01$)

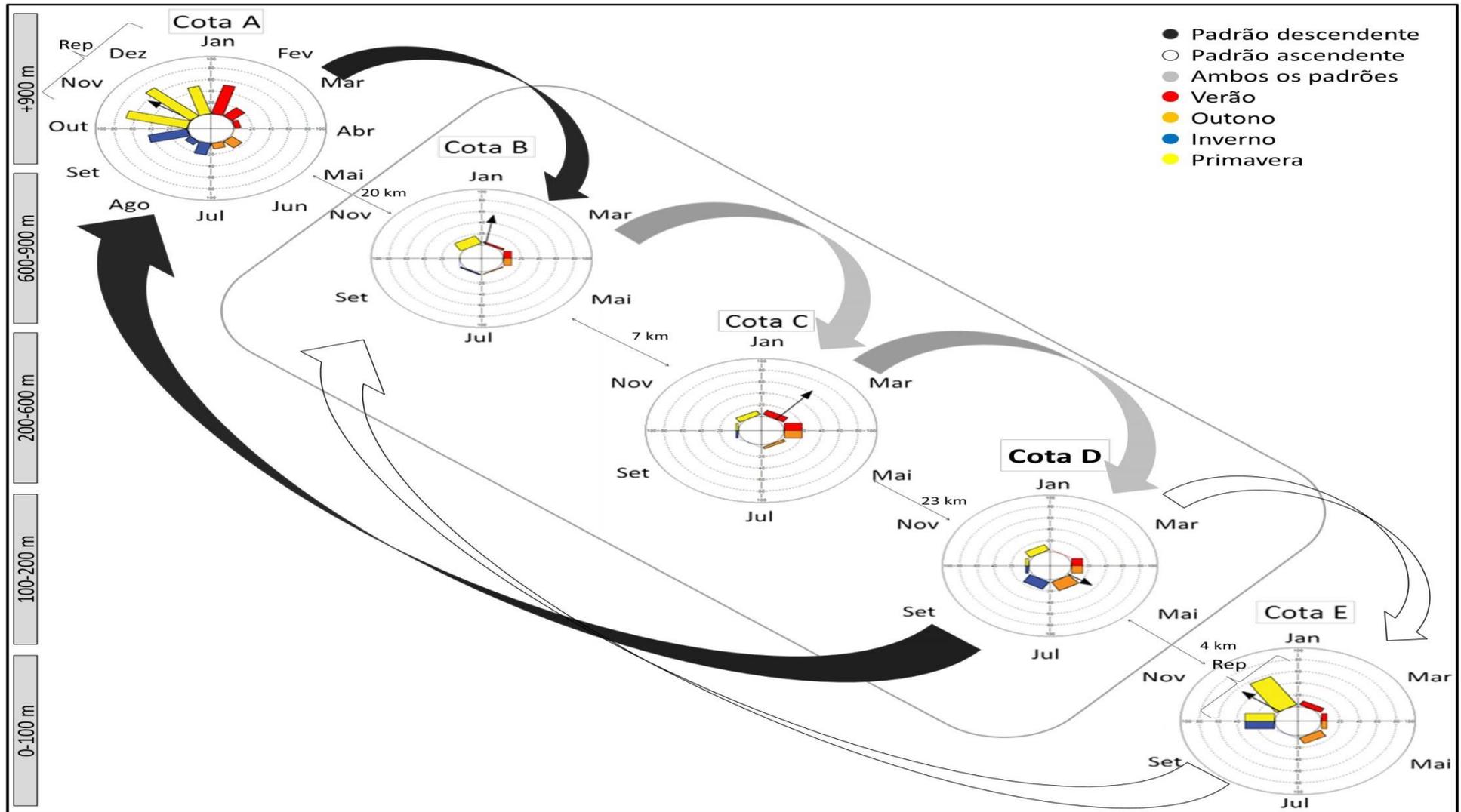


Figura 4. Flutuação sazonal da densidade de *T. flavipes* nas diferentes cotas de altitude e padrões Descendente e Ascendente de deslocamentos dos picos de densidade da espécie. Os histogramas circulares apresentam a densidade estimada de indivíduos/ Km^2 em cada período de amostragem. Rep indica o período reprodutivo do sabiá-una. A barra à esquerda indica a faixa de altitude de cada cota. A distância entre as cotas é à distância em linha reta entre as áreas. Mais detalhes na Tabela 7 do Apêndice.

A relação entre a maior densidade do sabiá-una e a abundância de frutos pode ser uma consequência da dieta, pois a espécie consome predominantemente itens de origem vegetal (86%) e minoritariamente itens de origem insetívora (14%). A partir do levantamento das espécies consumidas por *T. Flavipes*, foram compiladas 50 espécies de frutos (Tabela 5 do Apêndice) e oito ordens de invertebrados (Tabela 6 do Apêndice). Dentre as espécies vegetais presentes na dieta do sabiá-una, a família Melastomataceae e Lauraceae foram as mais abundantes (24% e 8%, respectivamente). Em relação aos invertebrados, os itens incluem 30% de artrópodes alados, além de larvas, formigas de correição *Labidus predator* e detritívoros como minhocas, cupins e moluscos.

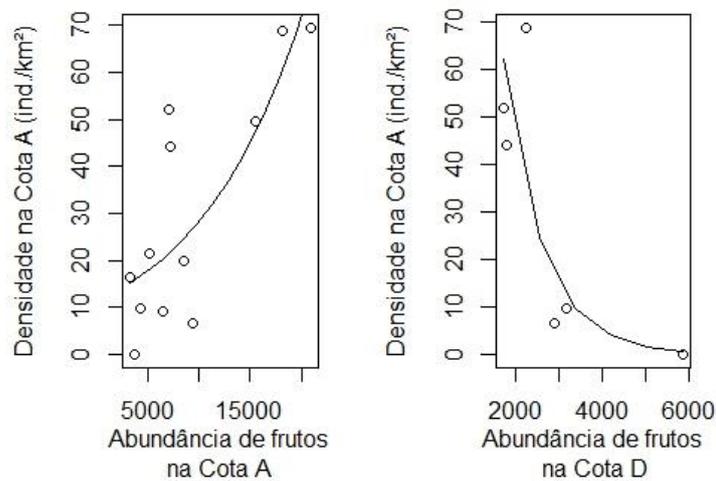


Figura 5. Relação entre a densidade de *Turdus flavipes* (indivíduos/km²) na cota A e a abundância de frutos no local (esquerda) e na cota D (direita). Equação do modelo da figura à esquerda: Densidade de *T. flavipes* na cota A = $3,262 + 0,549 * \text{abundância de fruto na cota A}$. Equação do modelo à direita: Densidade de *T. flavipes* na cota A = $2,746 - 1,719 * \text{abundância de frutos cota D}$.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, as populações de *T. flavipes* apresentaram flutuações sazonais de densidade distintas entre as diferentes cotas altimétricas estudadas. Estas variações espaço-temporais de densidade sugerem deslocamentos das populações que, associadas à presença praticamente ininterrupta de indivíduos em todas as populações ao longo do ano, caracterizam um comportamento migratório parcial altitudinal da espécie na região do estudo. Os dados sugerem que as populações estudadas migram dos extremos altitudinais, isto é, sopés e altitudes acima de 900 m, para as áreas de altitudes intermediárias, compondo dois padrões migratórios. O primeiro (Descendente), envolvendo as cotas altimétricas mais elevadas e intermediárias (Cotas A à D), evidenciou que a flutuação da densidade da população na cota mais elevada foi relacionada simultaneamente à redução da oferta local de frutos e ao seu aumento em uma das cotas intermediárias. Além disso, os resultados apontam que a densidade de sabiá-una nessa região de menor altitude apresentou uma variação positiva retardada em um mês em relação à abundância de frutos e precipitação e negativa em relação à abundância de artrópodes na cota mais alta. O segundo padrão (Ascendente) envolveu as cotas de altitude intermediárias e baixas (Cotas B a E). Neste caso, foi encontrada apenas relação entre a flutuação sazonal da densidade de *T. flavipes* na cota mais baixa (E) e a abundância de frutos de *E. edulis* na cota imediatamente superior (D).

A variação espaço-temporal na densidade das populações de *T. flavipes*, que sugere um comportamento migratório, apresenta durante o período não reprodutivo, consecutivos picos de ocorrência nas cotas B, C e D. Tais variações de ocorrência das populações de *T. flavipes* durante a época de repouso reprodutivo pode ser consequência da proximidade entre as áreas. Compreendendo desta forma, deslocamentos entre a área de reprodução e de invernada para aproveitamento dos recursos disponíveis na região, uma vez que as aves são animais com grande capacidade de deslocamento (MEJÍA *et al.*, 2012). Para afirmar, que de fato ocorre esse deslocamento é necessário fazer um monitoramento individual da população, contudo mesmo em pesquisas com monitoramento individual podem ser difícil comprovar o comportamento migratório, especialmente em migrantes altitudinais. Tal fato pode ser observado, por exemplo, com o estudo de Alonso *et al.* (2017) que monitorou uma população de *Loxia curvirostra* (Fringillidae) com geolocalizadores e seus resultados sugerem que a população não migra longas distâncias, no entanto, há indícios de que os indivíduos podem realizar migração altitudinal.

Alguns estudos com migrantes altitudinais demonstram que mesmo durante o período de migração, ocorrem registros de alguns poucos indivíduos que invernam na área de reprodução (VEREA; FERNÁNDEZ-BADILLO; SOLORZANO, 2000; BOYLE, 2010). Esta característica é central para definir o comportamento migratório parcial, mas até o presente não havia na literatura uma definição específica para este comportamento em uma escala local, como ao longo do gradiente altimétrico amostrado neste estudo. Por este motivo, propõe-se o uso da nomenclatura “migração parcial altitudinal”. Até onde se sabe, este estudo é pioneiro em identificar o comportamento de migração parcial altitudinal para o gênero *Turdus*. Visto a importância da descoberta deste comportamento para a espécie, estão sendo realizadas análises de isótopos estáveis de hidrogênio e oxigênio de tecidos coletados de indivíduos de *T. flavipes* nos extremos altitudinais estudados no Paraná. Os resultados destas análises fornecerão evidências adicionais para corroborar este padrão de migração parcial altitudinal inéditos no Brasil.

A migração parcial é tida como um processo intermediário na evolução do comportamento migratório, atuando tanto em vias proximais quanto finais que governam a sucessão entre indivíduos residentes e migrantes de longas distâncias (BERTHOLD, 1999; JAHN *et al.*, 2006). Nesse sentido, o comportamento migratório parcial altitudinal em *T. flavipes*, possivelmente, é o fim de um comportamento migratório de maior distância que a espécie outrora realizava. Indícios para tal fato podem ser observados em uma pesquisa que constatou que o sabiá-una apresentava movimentos migratórios compatíveis ao sistema migratório longitudinal da Mata Atlântica (ARETA; BODRATI, 2010). Neste modelo de migração longitudinal intra-neotropical e altitudinal, o sabiá-una possuiria uma rota entre o sítio de invernada no Brasil e o sítio de reprodução na região de Misiones (Argentina) e no Paraguai (ARETA; BODRATI, 2010). No entanto, alguns autores apontam que tal comportamento foi interrompido pelo desmatamento da Floresta Atlântica, que se acentuaram nos últimos 80 anos (ARETA; BODRATI, 2010; GIRAUDE; POVEDANO., 2003). Desta forma, o atual comportamento migratório parcial altitudinal da espécie pode representar plasticidade fenotípica como adaptação à fragmentação do hábitat utilizado ao longo de sua rota migratória original. Replicar o estudo realizado no Paraná em outras localidades de ocorrência da espécie é uma estratégia necessária para viabilizar o teste desta hipótese, visto que inexistem evidências quantificadas para tal. A ocorrência de indivíduos de *T. flavipes* na costa brasileira e na região de Misiones pode estar atrelada ao comportamento migratório parcial altitudinal local que ocorre igualmente em ambas às áreas. Sendo assim, a ocorrência de *T. flavipes* em Misiones não seria decorrente de uma rota antiga maior e atualmente

interrompida pela fragmentação, mas resultante de um mesmo comportamento de migração parcial altitudinal que ocorria nestas áreas distintas dentro da Floresta Atlântica. Neste caso, tal comportamento deve estar associado a características ecológicas semelhantes entre ambas às áreas, podendo ou não ter evoluído ao longo dos anos como resultado as mesmas pressões ambientais para diferentes populações.

O comportamento migratório parcial é um padrão recorrente em espécies congêneres do sabiá-una, tais como *T. migratorius*, *T. merula*, *T. pilaris* e *T. philomenus* (BROWN; MILLER, 2016; HOGSTAD; SELÅS; KOBRO, 2003; LUNDBERG, 1985; MILWRIGHT, 2006). Tradicionalmente, o processo que resulta em migração parcial evoluiu por dominância diferenciada de idade e/ou sexo (BOYLE; CONWAY, 2007). Por exemplo, as fêmeas e jovens de *T. merula* migram para evitar as altas taxas de competição por recursos com os machos adultos, os quais permanecem na área de reprodução durante todo o ano (LUNDBERG, 1985). É possível que nas populações de *T. flavipes* estudadas ocorra um comportamento semelhante, com fêmeas e jovens migrando aos poucos, ou mais tardiamente no fim do verão. No entanto, confirmações sobre esta dinâmica requerem investigações complexas em nível de indivíduos, preferencialmente utilizando técnicas de rastreamento. Uma vez que o período de maior abundância de frutos nas áreas de estudo foi na primavera, durante a estação reprodutiva da espécie e quando as fêmeas possuem maiores demandas energéticas, a permanência prolongada dos indivíduos, evidenciada por picos de densidade populacionais intermediários durante o verão (Figura 4), pode estar relacionada com a frutificação de uma planta em específico que proporcione grande retorno energético e/ou nutricional para que os indivíduos sobrevivam e sustentem os jovens recém saídos do ninho até o momento da migração (BOYLE, 2010).

As dinâmicas das populações de *T. Flavipes* estudadas no Paraná foram fortemente correlacionadas com a disponibilidade de frutos ao longo do ano apenas na cota mais elevada de altitude. A relação da abundância de frutos com a flutuação da densidade de populações migrantes é um padrão observado em diversos casos, incluindo o próprio sabiá-una (BOYLE, 2010; CASTRO *et al.*, 2012; ROSSELLI, 1994; VEEA; FERNÁNDEZ-BADILLO; SOLORZANO, 2000). No entanto, também ficou evidente a relação inversa da densidade do sabiá-una na cota mais baixa da área do estudo com a abundância de frutos de *E. edulis* em uma das cotas intermediárias (D). Esse padrão é semelhante àquele registrado para a única outra população já estudada da espécie, na qual os indivíduos permaneceram na área de sopé e durante o inverno, período não reprodutivo, se movimentaram altitudinalmente desde o nível do mar até 250 m a.n.m, acompanhando a frutificação de palmito juçara (CASTRO *et al.*,

2012). Nesse sentido, os dados do Paraná corroboram que uma das principais motivações para as possíveis movimentações de *T. flavipes* ao longo do gradiente altimétrico são as variações altitudinais dos picos de abundância dos recursos alimentares, especialmente os frutos. Esta relação entre os indivíduos de sabiá-una e a frutificação da palmeira juçara é possível, pois a produção de frutos por *E. edulis* é temporalmente previsível e proporciona recursos às aves com alto teor de carboidratos e proteínas durante época com menor disponibilidade de alimento no ambiente (CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; CASTRO *et al.*, 2012; REIS, 1995). Tal fato pode ocorrer também nas outras cotas altimétricas e associadas à frutificação de outras espécies de plantas ornitocóricas não acompanhadas em detalhes neste estudo, como por exemplo, *Ilex theezans*, *Virola bicuhyba* e *Ocotea pulchella*, como sugerido por Castro (2012), ou ainda, com espécies de Lauraceae e Melastomataceae (e.g.: *Miconia* spp.) que possuem grande importância nutricional para as aves (KRÜGEL; BURGER; ALVES, 2006; MARUYAMA; ALVES-SILVA; MELO, 2007).

Os resultados deste estudo evidenciam distinções de possíveis motrizes à migração altitudinal de *T. flavipes* entre as cotas altimétricas estudadas. Enquanto que no padrão de migração descendente a variação de abundância de frutos em geral explicou o deslocamento da espécie da cota mais alta (A) para as cotas intermediárias, no padrão de migração ascendente isso só aconteceu em relação à frutificação de *E. edulis*. Esta ausência de relação entre a densidade das aves e a disponibilidade de recursos já foi observada em outras 12 espécies: *Arizelocichla milanjensis*, *Diuca diuca*, *Phrygilus carbonarius*, *Poospiza ornata*, *Poospiza torquata*, *Mimus triurus*, *Saltatricula multicolor*, *Serpophaga munda*, *Tauraco hartlaubi*, *Turdus helleri*, *Zonotrichia capensis* e *Zosterops silvanus* (GITHIRU *et al.*, 2005; MARONE, 1992). Em alguns casos, os migrantes altitudinais *Chamaepets unicolor*, *Pharomachrus mocinno*, *Aulacorhynchus prasinus* e *Corapipo leucorrhoea*, apresentam o padrão inverso ao esperado: o período de maior abundância das aves ocorreu quando houve menor disponibilidade de frutos (CHAVES-CAMPOS, 2004; ROSSELLI, 1994). Estes migrantes altitudinais são espécies que consomem predominantemente frutos, mas mesclam sua dieta ingerindo também pequenas proporções de artrópodes (DEL HOYO; KIRWAN, 2017; PRIBOR, 1999; SHORT; KIRWAN, 2017; SNOW; KIRWAN, 2017). Devido a esta característica, a motriz do comportamento migratório nestas aves pode estar associada à restrição dos itens consumidos em suas dietas com menor abundância (artrópodes) e não propriamente dito à disponibilidade de frutos nos ambientes de reprodução ou invernada.

Embora não tenha sido possível identificar as influências ambientais sobre o deslocamento altitudinal de *T. flavipes* da cota E para as cotas B, C e D, alguns potenciais

gatilhos também são a pressão de predadores, de parasitas e de patógenos, a competição intraespecífica por recursos alimentares ou melhores territórios, a tolerância fisiológica, o microclima e a estrutura do ambiente (BAIRLEIN, 2003; BOYLE, 2010; BOYLE; NORRIS; GUGLIELMO, 2010; CASTRO *et al.*, 2012). Além disso, a migração altitudinal pode ser desencadeada não pela abundância, mas pela qualidade dos recursos alimentares, como sua palatabilidade e digestibilidade e pela sua composição nutricional como a grande quantidade de energia disponível na forma de lipídios ou carboidratos e valores de proteínas e minerais como fósforo, nitrogênio, ferro, cálcio e magnésio (BOYLE, 2010; CASTRO *et al.*, 2012; HEBERT, 1973).

A maioria dos estudos com migração altitudinal têm se concentrado em aves frugívoras e nectarívoras (BOYLE, 2010; STILES; CLARK, 1988). No entanto, as aves onívoras têm recebido pouca atenção dos pesquisadores. Embora em ambiente florestal as aves frugívoras tenham uma tendência maior em serem migrantes altitudinais, este comportamento pode compor a estratégia de várias outras espécies, incluindo aves onívoras como *T. flavipes*, por exemplo. Uma vez que o desenvolvimento do comportamento migratório depende de diversos fatores, como as demandas energéticas e nutricionais ou do nível de tolerância às variáveis ecológicas e sociais dos indivíduos, as pesquisas com migrantes altitudinais não devem se restringir apenas às espécies frugívoras e nectarívoras (CHAVES-CAMPOS, 2004; RABENOLD; RABENOLD; LAFAYETTE, 1985).

Embora *T. flavipes* seja uma espécie generalista, a compilação de dados realizada aponta que sua dieta é composta predominantemente por frutos (86%), mas também por invertebrados. A flutuação da densidade da população do sabiá-una no Paraná, no entanto, não acompanhou a dinâmica da abundância de invertebrados. Contudo, este resultado pode ter sido influenciado por uma amostragem enviesada deste recurso alimentar pelo método de coleta, já que as armadilhas de interceptação de voo raramente amostram invertebrados terrestres, também consumidos pelo *T. flavipes* (Tabela 6). As metodologias de amostragem da abundância de artrópodes, no entanto, quando relativas às estimativas para consumo das aves não são ideais (CASTRO *et al.*, 2012; MORRISON *et al.*, 1988). Um método com maior precisão é o cruzamento das informações de presas consumidas com a coleta de amostras em campo por uma combinação de métodos, gerando assim dados de abundância mais condizentes com os recursos consumidos pela espécie (BOYLE, 2010). Alternativamente, pode ser que não exista grande variação sazonal na abundância de invertebrados na região, a exemplo do que ocorre inclusive em biomas mais sazonais com o Cerrado (PINHEIRO, F.; DINIZ; BANDEIRA, 2002). Neste caso, ao sabiá-una seria possível suprir todas as demandas

nutricionais e energéticas mesmo em um período de maior demanda proteica como o período de reprodução e de muda de penas (BOYLE, 2010). Ainda que restem lacunas sobre a oferta de invertebrados aos sabiás-una na região do estudo, a ausência de relação entre a abundância dessas presas com a ocorrência sazonal de uma ave migratória altitudinal já foi registrada nos piprídeos *Corapipo leucorrhoea* e *C. Altera* (BOYLE, 2010; 2011).

Este estudo constatou que as interações entre a dinâmica populacional e a abundância de frutos foram o fator mais amplamente correlacionado aos deslocamentos sazonais da abundância de *T. flavipes* entre as cotas altimétricas estudadas, embora outros fatores como abundância de artrópodes e precipitação também possam influenciar sobre este padrão. Estas relações, aliadas à ocorrência sazonal de *T. flavipes* ao longo do ano em todas as cotas altitudinais, condizem com um comportamento migratório altitudinal parcial. No entanto, para afirmar que de fato ocorre esse deslocamento é necessário fazer um monitoramento individual da população, utilizando GPS, radiotransmissores, ou mesmo análise com marcadores intrínsecos como isótopos estáveis.

6. CONCLUSÕES

Constatou-se que *T. flavipes* ocorre sazonalmente ao longo do ano em todas as cotas altitudinais amostradas na região montanhosa do leste do Paraná, com padrões que condizem com o que foi definido neste estudo como um comportamento migratório parcial altitudinal, comportamento descrito pela primeira vez para a espécie e para o gênero *Turdus*. Os dados evidenciam que os picos de densidade populacional registradas para *T. flavipes* durante o período reprodutivo se deslocam das cotas mais altas (>900 m a.n.m) e mais baixas (0-100 m), para as regiões com altitudes intermediárias durante a estação não reprodutiva. A interação entre a dinâmica populacional e a abundância de frutos, inclusive de *E. edulis*, foi o fator mais marcante relacionado ao comportamento migratório da espécie na região.

Em pesquisas futuras, investigações mais detalhadas que monitorem a movimentação da espécie em nível individual poderão fornecer informações relevantes para uma melhor compreensão do comportamento migratório de *T. flavipes* e suas estratégias de migração (i.e., migração diferencial). Ainda há muito a ser investigado sobre os movimentos dos indivíduos, as adaptações migratórias, rota e velocidade de migração, comportamentos circanuais e mecanismos fisiológicos envolvidos no comportamento migratório dessa espécie. Os resultados deste estudo reforçam aqueles de pesquisas anteriores sobre a migração do sabiá-una no Brasil (CASTRO *et al.*, 2012; MARQUES *et al.*, 2012). No entanto, a extensa amplitude altitudinal incluída neste estudo demonstra que o comportamento migratório da espécie é muito mais complexo do que se sabia até o presente, justificando esforços adicionais para revelar desde os detalhes e mecanismos regulatórios que controlam este comportamento até o quanto ele é recorrente na subespécie da Floresta Atlântica. Compreender comportamentos migratórios ainda desconhecidos como a migração parcial altitudinal pode ser essencial para o avanço nos conhecimentos sobre a evolução da migração nas aves.

REFERÊNCIAS

- ALCOCK, J. **Comportamento animal: uma abordagem evolutiva**. 9.ed ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2011.
- ALERSTAM, T. *et al.* Long-distance migration: evolution and determinants. **Oikos**, v. 103, p. 247–260, 2003.
- ALERSTAM, T. Optimal bird migration revisited. **Journal of Ornithology**, v. 152, n. (Suppl1), p. S5–S23, 2011.
- ALERSTAM, T.; LINDSTRÖM, A. Optimal bird migration: The relative importance of time, energy and safety. In: **Bird Migration**. Lund, Sweden: Springer Berlin Heidelberg, 1990. p. 331–351.
- ALONSO, D. *et al.* Light-level geolocators confirm resident status of a Southern European Common Crossbill population. **Journal of Ornithology**, v. 158, n. 1, p. 75–81, 2017.
- ALVES, M. A. S. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 231–238, 2007.
- ANJOS, A. F.; NAVARRO-SILVA, M. A. Culicidae (Insecta: Diptera) em área de Floresta Atlântica, no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 30, n. 1, p. 23–27, 2008.
- ANTAS, P. D. T. Z. Migration and other movements among the lower Paraná River valley wetlands, Argentina, and the south Brazil/Pantanal wetlands. **Bird Conservation International**, v. 4, n. 2–3, p. 181–190, 1994.
- ARETA, J. I.; BODRATI, A. Un sistema migratorio longitudinal dentro de la selva atlántica: movimientos estacionales y taxonomía del tangará cabeza celeste (*Euphonia cyanocephala*) en Misiones (Argentina) y Paraguay. **Ornitologia Neotropical**, v. 21, p. 71–86, 2010.
- BAIRLEIN, F. The study of bird migrations - some future perspectives. **Bird Study**, v. 50, n. August 2009, p. 243–253, 2003.
- BECKER, R. A.; CHAMBERS, J. M.; WILKS, A. R. The New S Language. **Wadsworth & Brooks/Cole.**, 1988.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecología: individuos, poblaciones y comunidades**. Barcelona: Ediciones Omega, S.A., 1995.
- BELL, C. P. The relationship between geographic variation in clutch size and migration pattern in the Yellow Wagtail. **Bird Study**, v. 43, n. 3, p. 333–341, 1996.
- BELL, C. P. Process in the evolution of bird migration and pattern in avian ecogeography. **Journal of Avian Biology**, v. 31, n. 2, p. 258–265, 2000.
- BELTHOFF, J. R.; GAUTHREAUX, S. A. Partial migration and differential winter distribution of house finches in the Eastern United States. **Cooper Ornithological Society**, v. 1991, n. 2, p. 374–382, 2016.

- BELTON, W. Birds of Rio Grande do Sul, Brazil Part 2. Formicariidae through Corvidae. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 180, n. 1, p. 1–241, 1985.
- BENCKE, G.A., KINDEL, A. Bird counts along an altitudinal gradient of Atlantic forest in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. **Ararajuba**, v. 7, n. 2, p. 91-107, 1999.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237–248, 2002.
- BERTHOLD, P. A comprehensive theory for the evolution, control and adaptability of avian migration. **Journal of African Ornithology**, v. 70, p. 1–11, 1999.
- BERTHOLD, P. Bird migration: a general survey. In: **Current methods of studying bird migration**. New York: Oxford University Press, 2001. p. 14–34.
- BERTONI, A. W. Apuntes ornitológicos. **El Hornero**, v. 3, n. 4, p. 396–401, 1926.
- BIANCHI, J. S.; BENTO, C. M.; KERSTEN, R. DE A. Epífitas vasculares de uma área de ecótono entre as Florestas Ombrófilas Densa e Mista, no Parque Estadual do Marumbi, PR. **Estudos de Biologia**, v. 34, n. 303, p. 37, 2012.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Bird Census Techniques**. San Diego: Academic Press, 1993.
- BIEBACH, H. Genetic determination of partial migration in the european robin (*Erithacus rubecula*). **The Auk**, v. 100, p. 601–606, 1983.
- BLAKE, J. G.; LOISELLE, B. A. Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. **The Auk**, v. 108, p. 114–130, 1991.
- BLAKE, J. G.; LOISELLE, B. A. Manakins (Pipridae) in second-growth and old-growth forests: patterns of habitat use, movement, and survival. **The Auk**, v. 119, n. 1, p. 132–148, 2002.
- BÓÇON, R. **Riqueza e abundância de aves em três estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa submontana, Antonina, Paraná**. Tese, Universidade Federal do Paraná, 2010.
- BOYLE, W. A. **Why do birds migrate? the role of food, habitat, predation and competition**. Tese, The University of Arizona, 2006.
- BOYLE, W. A. Partial migration in birds: tests of three hypotheses in a tropical lekking frugivore. **Journal of Animal Ecology**, v. 77, n. 6, p. 1122–1128, 2008.
- BOYLE, W. A. Does food abundance explain altitudinal migration in a tropical frugivorous bird? **Canadian Journal of Zoology**, v. 88, n. 2, p. 204–213, 2010.
- BOYLE, W. A. Short-distance partial migration of Neotropical birds: a community-level test of the foraging limitation hypothesis. **Oikos**, v. 120, p. 1803–1816, 2011.
- BOYLE, W. A.; CONWAY, C. J. Why migrate? A test of the evolutionary precursor hypothesis. **The American naturalist**, v. 169, n. 3, p. 344–359, 2007.

- BOYLE, W. A.; CONWAY, C. J.; BRONSTEIN, J. L. Why do some, but not all, tropical birds migrate? A comparative study of diet breadth and fruit preference. **Evolutionary Ecology**, v. 25, n. 1, p. 219–236, 2011.
- BOYLE, W. A.; MARTIN, K. The conservation value of high elevation habitats to North American migrant birds. **Biological Conservation**, v. 192, p. 461–476, 2015.
- BOYLE, W. A.; NORRIS, D. R.; GUGLIELMO, C. G. Storms drive altitudinal migration in a tropical bird. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 277, p. 2511–2519, 2010.
- BROWN, D.; MILLER, G. Band recoveries reveal alternative migration strategies in American Robins. **Animal Migration**, v. 3, n. 1, p. 35–47, 2016.
- BUCKLAND, S. *et al.* Statistical theory. In: **Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations**. Oxford: Oxford University Press, 2001. p. 52–103.
- BUCKLAND, S. T. *et al.* **Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations**. First edit ed. London -UK: Springer-Science + Business Media, B.V., 1993.
- BUCKLAND, S. T. *et al.* **Advanced Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations**. Reino Unido: Oxford University Press, 2004.
- BUCKLAND, S. T.; MARSDEN, S. J.; GREEN, R. E. Estimating bird abundance: making methods work. **Bird Conservation International**, v. 18, p. 91–108, 2008.
- BURGESS, N. D.; MLINGWA, C. O. F. Evidence for altitudinal migration of forest birds between montane Eastern Arc and lowland forests in East Africa. **Ostrich**, v. 71, n. 1–2, p. 184–190, 2000.
- CALVI, G.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* - Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira-RJ. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida. Seropédica**, v. 25, n. 1, p. 33-40, 2005.
- CAPLLONCH, P.; LOBO, R. Contribución al conocimiento de la migración de tres especies de Elaenia de Argentina. **Ornitología Neotropical**, v. 16, n. 2, p. 145–162, 2005.
- CAPLLONCH, P.; ORTIZ, D.; SORIA, K. Migración del Zorzal común *Turdus amaurochalinus* (Turdidae) en Argentina. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n. 1, p. 12–22, 2008.
- CAPLLONCH, P.; ZELAYA, P. Sobre la distribución y migración de la mosqueta parda (*Lathrotriccus euleri argentinus*) en Sudamerica. **Ornitología Neotropical**, v. 17, p. 501–513, 2006.
- CAREY, C. **Avian energetics and nutritional ecology**. New York: Chapman & Hall, 1996.
- CASTRO, E. R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 7, p. 725, 2007.

- CASTRO, E. R. DE *et al.* Temporal variation in the abundance of two species of thrushes in relation to fruiting phenology in the Atlantic rainforest. **Journal of BirdLife Australia**, v. 112, n. 2, p. 137–148, 2012.
- CASTRO, E. R. DE; GALETTI, M. **Variação espaço-temporal na fenologia e frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em três tipos de Floresta Atlântica.** Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- CATCHPOLE, C. K. The evolution of birds sounds in relation to mating and spacing behavior. In: **Evolution and ecology of acoustic communication in birds, v.1** (Ed by D.E. Kroosma, E. H Miller & H.Ouellet). New York: Academic Press, 1982. p. 297–319.
- CAVIGLIONE, J. H. *et al.* **Cartas climáticas do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR)**, 2000. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>
- CHAN, K. Partial migration in Australian landbirds: a review. **Journal of BirdLife Australia**, v. 101, p. 281–292, 2001.
- CHAPIN, J. P. The birds of the Belgian Congo. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 65, p. 1–756, 1932.
- CHAVES-CAMPOS, J. Changes in abundance of Crested Guan (*Penelope purpurascens*) and Black Guan (*Chamaepetes unicolor*) along an altitudinal gradient in Costa Rica. **Ornitologia Neotropical**, v. 14, p. 195–200, 2003.
- CHAVES-CAMPOS, J. Elevational movements of large frugivorous birds and temporal variation in abundance of fruits along an elevational gradient. **Ornitologia Neotropical**, v. 15, n. 4, p. 433–445, 2004.
- CHEBEZ, J. . Acerca de la presencia de algunas aves misioneras. **El Hornero - Revista de Ornitología Neotropical**, v. 13, p. 257–258, 1992.
- CHESSER, R. T. Migration in South America: an overview of the austral system. **Bird Conservation International**, v. 4, p. 91–107, 1994.
- CHESSER, R. T. Patterns of Seasonal and Geographical Distribution of Austral Migrant Flycatchers (Tyrannidae) in Bolivia. **Ornithological Monographs**, v. 48, p. 171–204, 1997.
- CLEMENTS, J. F.; SCHULENBERG, T. S.; ILIFF, M. J.; ROBERSON, D.; FREDERICKS, T. A.; SULLIVAN, B. L.; WOOD, C. L. **The Clements checklist of birds of the world (eBird): version 2016**; Cornell University Press. Acessado em janeiro/2016 Disponível em: <<http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>>.
- COX, G. W. The role of competition in the evolution of migration. **Society for the Study of Evolution**, v. 22, n. 1, p. 180–192, 1968.
- COX, G. W. **Bird Migration and Global Change.** Estados Unidos: Island Press, 2010.
- CUETO, V. R. *et al.* Las aves migratorias de América del Sur: nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento. **Ciencia Hoy**, v. 24, n. 142, p. 321–348, 2015.

- CUETO, V. R.; LOPEZ DE CASENAVE, J.; MARONE, L. Neotropical Austral migrant landbirds: population trends and habitat use in the Central Monte Desert, Argentina. **The Condor**, v. 110, n. 1, p. 70–79, 2008.
- DEL HOYO, J. & KIRWAN, G.M. Black Guan (*Chamaepetes unicolor*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). **Handbook of the Birds of the World Alive**. Lynx Edicions, Barcelona, 2017.
- DINGLE, H. The Australo-Papuan bird migration system: another consequence of Wallace's Line. **Journal of BirdLife Australia**, v. 104, p. 95–108, 2004.
- DINGLE, H. Bird migration in the southern hemisphere: a review comparing continents. **Journal of BirdLife Australia**, v. 108, n. 4, p. 341–359, 2008.
- DINGLE, H.; DRAKE, V. A. What is migration? **BioScience**, v. 57, n. 2, p. 113–121, 2007.
- DORST, J. Special review of The Palaearctic-African Bird Migration Systems. **British Birds**, v. 66, n. 4, p. 166–167, 1973.
- EGEVANG, C. *et al.* Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 5, p. 1–4, 2010.
- ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. DE. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43–64, 1998.
- FAABORG, J. *et al.* Conserving migratory landbirds in the New World: Do we know enough? **Ecological Applications**, v. 20, n. 2, p. 398–418, 2010a.
- FAABORG, J. *et al.* Recent advances in understanding migration systems of New World land birds. **Ecological Society of America**, v. 80, n. 1, p. 3–48, 2010b.
- GALETTI, M.; ALEIXO, D. A. Effects of the palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v.35, p. 286-293, 1998.
- GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M. A. Frugivory by toucans (Ramphastidae) in two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. **Biotropica**, v.32, p. 842-850, 2000.
- GIRAUDO, A.; POVEDANO, H. Threats of extinction to flagship species in the interior Atlantic Forest. In: Galindo Leal, C., & I. de Gusmão Câmara (eds.). **The Atlantic Forest of South America. Biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Island Press, 2003. p. 181–193.
- GITHIRU, M. *et al.* Spatial and temporal variation in fruit and fruit-eating birds in the Taita Hills, south-east Kenya. **Ostrich: Journal of African Ornithology**, v. 76, n. 1–2, p. 37–41, 2005.
- GREENBERG, R.; MARRA, P. P. **Birds of Two Worlds: The Ecology and Evolution of Migration**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2004.
- GREENE, T.; EFFORD, M. **Birds: estimates of absolute density and abundance - distance sampling**. New Zealand: Department of Conservation - Te Papa Atawhai, 2012. v. 1.0

GUITIÁN, J. *et al.* **Zorzales, espinos y serbales: un estudio sobre el consumo de frutos silvestres de las aves migratorias en la costa occidental europea.** Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela, 2000.

HAHN, T. P. *et al.* Facultative altitudinal movements by Mountain White-crowned Sparrows (*Zonotrichia leucophrys oriantha*) in the Sierra Nevada. **The Auk**, v. 121, n. 4, p. 1269–1281, 2004.

HASUI, É. **Influência da variação fisionômica da vegetação sobre a composição de aves frugívoras na Mata Atlântica.** Tese, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2003.

HAYES, F. E. Definitions for Migrant Birds: What is a Neotropical Migrant? **The Auk**, v. 112, n. 2, p. 521–523, 1995.

HEBERT, D. M. **Altitudinal migration as a factor in the nutrition of bighorn sheep.** Tese, University of British Columbia, 1973.

HELBIG, A. J. Evolution of bird migration: a phylogenetic and biogeographic perspective. **Avian Migration**, p. 3–20, 2003.

HOBSON, K. A. *et al.* Stable isotopes as indicators of altitudinal distributions and movements in an Ecuadorean hummingbird community. **Oecologia**, v. 136, n. 2, p. 302–308, 2003.

HOGSTAD, O.; SELÅS, V.; KOBRO, S. Explaining annual fluctuations in breeding density of fieldfares *Turdus pilaris* - Combined influences of factors operating during breeding, migration and wintering. **Journal of Avian Biology**, v. 34, n. 4, p. 350–354, 2003.

ITCG. **Clima - estado do Paraná. Instituto de Terras , Cartografia e Geociências**, 2008. Disponível em: <www.itcg.pr.gov.br>

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22708676A94172008.** Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22708676A94172008.en>>. Acesso em outubro/2016.

JAHN, A. E. *et al.* Towards a mechanistic interpretation of bird migration in South America. **El Hornero**, v. 21, n. 2, p. 99–108, 2006.

JAHN, A. E. *et al.* Breeding and winter site fidelity among eleven Neotropical Austral migrant bird species. **Ornitologia Neotropical**, v. 20, n. 2, p. 275–283, 2009.

JAHN, A. E. *et al.* Morphological and genetic variation between migratory and non-migratory Tropical Kingbirds during spring migration in central South America. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 122, n. 2, p. 236–243, 2010a.

JAHN, A. E. *et al.* Determinants of partial bird migration in the Amazon Basin. **Journal of Animal Ecology**, v. 79, p. 983–992, 2010b.

JAHN, A. E. *et al.* Patterns of partial avian migration in northern and southern temperate latitudes of the New World. **Journal of BirdLife Australia**, v. 112, n. 1, p. 17–22, 2012.

- JAHN, A. E. *et al.* Long-distance bird migration within South America revealed by light-level geolocators. **The Auk**, v. 130, n. 2, p. 223–229, 2013a.
- JAHN, A. E. *et al.* Migration timing and wintering areas of three species of flycatchers (*Tyrannus*) breeding in the Great Plains of North America. **The Auk**, v. 130, n. 2, p. 247–257, 2013b.
- JAHN, A. E. *et al.* Demographic variation in timing and intensity of feather molt in migratory Fork-tailed Flycatchers (*Tyrannus s. savana*). **Journal of Field Ornithology**, v. 87, n. 2, p. 143–154, 2016a.
- JAHN, A. E. *et al.* Intra-tropical migration and wintering areas of fork-tailed Flycatchers (*Tyrannus savana*) breeding in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 24, n. 2, p. 116–121, 2016b.
- JAHN, A. E.; LEVEY, D. J.; SMITH, K. G. Reflections across hemispheres: A system-wide approach to new world bird migration. **The Auk**, v. 121, n. 4, p. 1005–1013, 2004.
- JENNI, L.; KERY, M. Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 270, p. 1467–1471, 2003.
- JOHNSON, D. N.; MACLEAN, G. L. Altitudinal Migration in Natal. **Ostrich**, v. 65, n. 2, p. 86–94, 1994.
- JOSEPH, L. Towards a broader view of neotropical migrants: Consequences of a re-examination of austral migration. **Ornitología Neotropical**, v. 8, n. 1994, p. 31–36, 1997.
- KAUANO, E.E. *et al.* Landscape structure in the northern coast of Paraná state, a hotspot for the Brazilian Atlantic Forest conservation. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p.961-970, 2012.
- KETTERSON, E. D.; NOLAN JR., V. Geographic Variation and its climatic correlates in the sex ratio of Eastern-Wintering Dark-Eyes Juncos (*Junco hyemalis hyemalis*). **Ecology**, v. 57, n. 4, p. 679–693, 1976.
- KIMURA, M. *et al.* Phylogeographical approaches to assessing demographic connectivity between breeding and overwintering regions in a Nearctic-Neotropical warbler (*Wilsonia pusilla*). **Molecular Ecology**, v. 11, n. 9, p. 1605–1616, 2002.
- KOVACH, W. L. Oriana - circular statistics for Windows, ver. 2.0. **Pentraeth, Kovach Computing Services.**, 2006.
- KRÜGEL, M. M.; BURGER, M. I.; ALVES, M. A. Frugivoria por aves em *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) em uma área de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 1, p. 17–24, 2006.
- LACK, D. Bird migration and natural selection. **Oikos**, v. 19, n. 1, p. 1–9, 1968.
- LEVEY, D. J. Why We Should Adopt a Broader View of Neotropical Migrants. **The Auk**, v. 111, n. 1, p. 233–236, 1994.
- LEVEY, J. D. Spatial and temporal variation in Costa Rican fruit and fruit-eating bird abundance. **Ecological Monographs**, v. 58, n. 4, p. 251–269, 1988.

- LEVEY, D.J.; STILES, F.G. Evolutionary Precursors of Long-Distance Migration: resource availability and movement patterns in Neotropical landbirds. **The American Naturalist**, v. 140, n. 3, p.447-476, 1992.
- LINCOLN, F. C. Migration of Birds. Revised by Zimmerman, 1998. **U.S. Fish and Wildlife Service**, v. Circular 1, n. Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, KS, p. 1-119, 1935.
- LUGARINI, C. *et al.* *Cryptococcus neoformans* isolated from Passerine and Psittacine bird excreta in the state of Paraná, Brazil. **Mycopathologia**, v. 166, p. 61–69, 2008.
- LUNDBERG, P. Dominance behaviour, body weight and fat variations, and partial migration in European blackbirds *Turdus merula*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 17, p. 185–189, 1985.
- LUNDBERG, P. Partial bird migration and evolutionarily stable strategies. **Journal of Theoretical Biology**, v. 125, p. 351–360, 1987.
- LUNDBERG, P. The evolution of partial migration in birds. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 3, n. 7, p. 172–175, 1988.
- MACKAS, R. H. *et al.* Altitudinal migration in American Dippers (*Cinclus mexicanus*): Do migrants produce higher quality offspring? **Canadian Journal of Zoology**, v. 88, n. 4, p. 369–377, 2010.
- MARINI, M. Â. *et al.* Applying ecological niche modelling to plan conservation actions for the Red-spectacled Amazon (*Amazona pretrei*). **Biological Conservation**, v. 143, n. 1, p. 102–112, 2010.
- MARINI, M. Â. *et al.* Geographic and seasonal distribution of the Cock-tailed Tyrant (*Alectrurus tricolor*) inferred from niche modeling. **Journal of Ornithology**, v. 154, n. 2, p. 393–402, 2013.
- MARINI, M. Â.; CAVALCANTI, R. B. Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaeniachiriquensis albivertex* (Aves: Tyrannidae). **Boletim Museu Paraense Emílio goeldi: série Ciências Naturais**, v. 6, n. 1, p. 59–67, 1990.
- MARONE, L. Seasonal and year-to-year fluctuations bird populations and guilds in the Monte Desert, Argentina. **Journal of Field Ornithology**, v. 63, n. 3, p. 294–308, 1992.
- MARQUES, T. Distance sampling: estimating animal density. **Toolkit**, p. 136–137, 2009.
- MARQUES, O. A. V. *et al.* The golden lancehead *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) relies on two seasonally plentiful bird species visiting its island habitat. **Journal of Natural History**, v. 46, n. 13–14, p. 885–895, 2012.
- MARUYAMA, P. K.; ALVES-SILVA, E.; MELO, C. Oferta qualitativa e quantitativa de frutos em espécies ornitocóricas do gênero *Miconia* (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 672–674, 2007.
- MCGUIRE, L. P.; BOYLE, W. A. Altitudinal migration in bats: Evidence, patterns, and drivers. **Biological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 767–786, 2013.

- MEJÍA, M. M. *et al.* Boletín informativo de la Asociación Hondureña de Ornitología. **El Esmeralda**, v. 1, p. 1–69, 2012.
- MELLER, D. A. Registro del zorzal azulado (*Turdus flavipes*) en el extremo noroeste de Rio Grande do Sul, Brasil. **El Hornero**, v. 28, n. 1, p. 35–38, 2013.
- MILWRIGHT, R. D. P. Post-breeding dispersal, breeding site fidelity and migration/wintering areas of migratory populations of Song Thrush *Turdus philomelos* in the Western Palearctic. **Ringing & Migration**, v. 23, n. 1, p. 21–32, 2006.
- MMA. **Ministério do Meio Ambiente. Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Áreas Protegidas**, 2016. Acessado em: janeiro/ 2017. Disponível em: <<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=541>>. Acesso em: 20 jul. 2001
- MOESEN, J. **Daylight-calculator**. 2016. Disponível em: <<http://jan.moesen.nu/daylight-calculator/?location=curitiba%2C+brazil&latitude=&longitude=>>.
- MONKKONEN, M.; HELLE, P.; WELSH, D. Perspective on Palaeartic and Nearctic bird migration; comparisons and overview of life-history and ecology of migrant passerines. **Ibis**, v. 134, n. 1, p. 7–13, 1992.
- MOREAU, R. E. The Palaeartic-African Bird Migration. p. 384, 1972.
- MORRISON, M. L. *et al.* Avian foraging: theory, methodology and applications. **Cooper Ornithological Society**, v. 13, p. 1–526, 1988.
- MORTON, E. S. Intratropical migration in the yellow-green vireo and piratic flycatcher. **The Auk**, v. 94, p. 97–106, 1977.
- NAROSKY, T.; YZURIETA, D. **Guía para la identificación de aves de Argentina y Uruguay**. Buenos Aires, Argentina: Vazquez Mazzini Editores, 2003.
- NAVAS, J. R., & N. B. Aves nuevas o poco conocidas de Misiones, Argentina. V (Addenda). **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia**, v. 16, p. 37–50, 1993.
- NEWTON, I. **The Migration Ecology of Birds**. London: Academic Press, 2008.
- O'NEILL, J. P.; PARKER, T. A. Responses of birds to a snowstorm in the Andes of southern Peru. **The Wilson Bulletin**, v. 90, n. 3, p. 446–449, 1978.
- OLIVEIRA, P. R. R. *et al.* On the nest, eggs, and hatchlings of the yellow-legged thrush *Turdus flavipes flavipes* in Brazilian Atlantic forest. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, n. 1, p. 53–56, 2014a.
- OLIVEIRA, A. C. DE *et al.* **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo, PB: CEMAVE/ICMBio, 2014b.
- OLROG, C. C. **Nueva lista de la avifauna argentina**. Tucuman, República Argentina: Ministerio de Cultura y Educación, Fundación Miguel Lillo, 1979. v. 27

ONRUBIA, A. **Spatial and temporal patterns of soaring birds migration through the Straits of Gibraltar**. Tese, Universidad de León, 2016.

PALUDO, G. F.; SILVA, J. Z. DA; REIS, M. S. DOS. Estimativas de produção de frutos de palmitero (*Euterpe edulis* Mart.) a partir da densidade de indivíduos. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 92–102, 2012.

PARKER, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. Ecological and distributional databases. In: **Neotropical Birds: Ecology and Conservation** (D. F. Stotz, J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker III, and K. D. Moskovits, Eds.). Chicago: University of Chicago Press, 1996. p. 113–436.

PEREZ-TRIS, J.; SANTOS, T. El estudio de la migración de aves en España: trayectoria histórica y perspectivas de futuro. **Ardeola**, v. 51, n. 1, p. 71–89, 2004.

PÉREZ-TRIS, J.; TELLERÍA, J. L. Regional variation in seasonality affects migratory behaviour and life-history traits of two Mediterranean passerines. **Acta Oecologica**, v. 23, n. 1, p. 13–21, 2002.

PIERSMA, T. *et al.* Is there a “Migratory Syndrome” common to all migrant birds? **New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 282–293, 2005.

PINHEIRO, F., I. R.; DINIZ, D. C.; BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. **Austral Ecology**, v. 27, p. 132–136, 2002.

PRIBOR, PAUL. The Biogeography of the Resplendent Quetzal (*Pharomachrus mocinno*). **San Francisco State University**, 1999.

QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental design and data analysis for biologists**. New York: Cambridge University Press, 2002.

RABENOLD, K. N.; RABENOLD, P. P.; LAFAYETTE, W. Variation in altitudinal migration, winter segregation, and site tenacity in two subspecies of dark-eyed juncos in the southern Appalachians. **The Auk**, v. 102, p. 805–819, 1985.

RAMENOSKY, M.; WINGFIELD, J. C. Regulation of Migration. **BioScience**, v. 57, n. 2, p. 135–143, 2007.

RAPPOLE, J. H. *et al.* **Nearctic avian migrants in the neotropics**. Washington, D.C.: . Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 1983.

RAPPOLE, J. H.; JONES, P. Evolution of old and new world migration systems. **Ardea**, v. 90, n. Special Issue, p. 525–537, 2002.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 34, n. 3, p. 349–364, 2007.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta Atlântica em Blumenau, SC**. Tese, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

- ROCHA, M. DO R. L.; JÚNIOR, L. H. S. Plano de Manejo do Parque Estadual Pico do Marumbi. **Instituto Ambiental do Paraná**, p. 1–143, 1996.
- RODERJAN, C. V. *et al.* As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 75–92, 2002.
- ROOS, F. L. **Ocorrência de *Plasmodium* spp. e *Haemoproteus* spp. em aves aquáticas migratórias (*Rynchops niger* e *Phaetusa simplex*) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Médio Solimões, Amazonas, Brasil.** Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- ROSSELLI, L. The annual cycle of the White-ruffed Manakin *Corapipo leucorrhoa*, a tropical frugivorous altitudinal migrant, and its food plants. **Bird Conservation International**, v. 4, n. 1994, p. 143–160, 1994.
- R CORE TEAM, R. **R: A language and environment for statistical computing.** R. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.
- SALEWSKI, V. & BRUDERER, B. The evolution of bird migration: a synthesis. **Naturwissenschaften**, v. 94, n. 4, p. 268–279, 2007.
- SHORT, L.L. & KIRWAN, G.M. Emerald Toucanet (*Aulacorhynchus prasinus*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). **Handbook of the Birds of the World Alive.** Lynx Edicions, Barcelona, 2017.
- SICK, H. **Migrações de aves na América do Sul Continental.** Brasília, DF: CEMAVE - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Tradução da publicação original (1968), 1983.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira.** 3º edição ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, J. M. C. DA. The Sharpbill in the Serra dos Carajás, Pará, Brazil, with comments on altitudinal migration in the Amazon region. **Journal of Field Ornithology**, v. 64, n. 3, p. 310–315, 1993.
- SNOW, D. & KIRWAN, G.M. White-ruffed Manakin (*Corapipo leucorrhoa*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). **Handbook of the Birds of the World Alive.** Lynx Edicions, Barcelona, 2017.
- SOLORZANO, S. *et al.* Quetzal abundance in relation to fruit availability in a cloud forest in southeastern Mexico. **Biotropica**, v. 32, n. 3, p. 523–532, 2000.
- SOMVEILLE, M. *et al.* Mapping Global Diversity Patterns for Migratory Birds. **PLoS ONE**, v. 8, n. 8, p. e70907, 2013.
- STILES, F. G.; CLARK, A. Conservation of tropical rain forest birds: a case study from Costa Rica. **American Birds**, v.43, n. 3, p. 420–428, 1988.
- STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, T. A. P. I.; MOSKOVITS, D. K. Neotropical Birds: ecology and conservation. In: **University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.**
- STRUMINSK, E. **Parque Estadual Pico do Marumbi, caracterização ambiental e delimitação de áreas de risco.** Dissertação, Universidade Federal do Paraná, 1996.

- STUTCHBURY, B. J. M. *et al.* Tracking Long-Distance Songbird Migration by Using Geolocators. **Science**, v. 323, n. 5916, p. 896–896, 13 fev. 2009.
- SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. **Bird Ecology and Conservation: A handbook of techniques**. London: Oxford University Press, 2004.
- THOMAS, L. *et al.* **Distance sampling**. Chichester: Encyclopedia of Environmetrics, v.1, p.544-552, 2002.
- THOMAS, L. *et al.* Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, p. 5–14, 2010.
- THOMPSON, W. L. Sampling rare or elusive species: concepts, designs, and techniques for estimating population parameters. **Science & Nature**, v. 34, n. 3, p. 429, 2004.
- TONETTI, V. R.; PIZO, M. A. Density and microhabitat preference of the Southern Bristle-Tyrant (*Phylloscartes eximius*): Conservation policy implications. **The Condor**, v. 118, n. 4, p. 791–803, nov. 2016.
- VARDANIS, Y. *et al.* Individuality in bird migration: routes and timing. **Biology Letters**, v. 7, n. 4, p. 502–505, 2011.
- VEREA, C.; FERNÁNDEZ-BADILLO, A.; SOLORZANO, A. Variación en la composición de las comunidades de aves de sotobosque de dos bosques en el norte de Venezuela. **Ornitología Neotropical**, p. 65–79, 2000.
- WEBSTER, M. S. *et al.* Links between worlds: Unraveling migratory connectivity. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 17, n. 2, p. 76–83, 2002.
- WILLIS, E. O. Land-bird migration in São Paulo, south-eastern Brazil. **Proceedings International Ornithological Congress**, v. 19, p. 756–764, 1988.
- WILLIS, E.O.; SCHUCHMANN, K.L. Comparison of cloud-forest avifaunas in southeastern Brazil and wester Colombia. **Ornitologia Neotropical**, v. 4, p. 55-63, 1993.
- WINGER, B. M.; BARKER, F. K.; REE, R. H. Temperate origins of long-distance seasonal migration in New World songbirds. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 33, p. 12115–12120, 19 ago. 2014.
- WINK, M. Use of DNA markers to study bird migration. **Journal of Ornithology**, v. 147, n. 2, p. 234–244, 2006.
- WINKER, K. *et al.* Periodic migration and lowland Forest Refugia in a “sedentary” neotropical bird, Wetmore’s Bush-Tanager. **Conservation Biology**, v. 11, n. 3, p. 692–697, 1997.
- WOODWORTH-LYNAS, C. B.; CAINES, J. R.; BENNETT, G. F. Prevalence of avian haematozoa in São Paulo state, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, n. 4, p. 515–526, 1989.
- YOUNG, B. E. An experimental analysis of small clutch size in tropical House Wrens. **Ecology**, v. 77, n. 2, p. 472–488, 1996.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Fifth edit ed. New Jersey: Pearson Education, 2010.

ZIMMER, J. T. Notes on Migrations of South American Birds. **The Auk**, v. 55, n. 3, p. 405–410, jul. 1938.

ZUUR, A. F. *et al.* **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. New York, NY: Springer New York, 2009.

APÊNDICE 1

Tabela 5. Levantamento de espécies de frutos consumidos por *Turdus flavipes* (Turdidae). Compilação do conjunto de dados baseado em registros de artigos, dissertações, teses e observações oportunísticas em campo. Todos os registros de artigos reportam observações diretas do sabiá-una se alimentando.

Família	Espécie	Nome popular	Referências
Anacardaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	tapiriba	CARRANO, 2006
Aquifoliaceae	<i>Ilex pseudobuxus</i>	caúna	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Aquifoliaceae	<i>Ilex theezans</i>	caúna	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Araliaceae	<i>Schefflera</i> spp.	árvore-guarda-chuva	PACHECO <i>et al.</i> , 2014
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i>	caixeteiro	CARRANO, 2006
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	palmito-juçara	ANTUNES <i>et al.</i> , 2011; CARRANO, 2006; CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; CASTRO <i>et al.</i> , 2012; CASTRO; GALETTI, 2003; CERISOLA; PORT-CARVALHO; ANTUNES, 2007; CÔRTEZ, 2006; FADINI, 2005; FADINI <i>et al.</i> , 2009; GALETTI <i>et al.</i> , 2013; KAMINSKI, 2011; LABECCA, 2012; LAPS, 1996; MARENZI, 2004; PACHECO <i>et al.</i> , 2014; RIBEIRO, 2012; ROTHER; PIZO; JORDANO, 2015
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i>	açaí	ALVES, 2008
Arecaceae	<i>Livistona chinensis</i>	palmeiro-de-leque-da-china	ALVES, 2008; GENINI; GALETTI; MORELLATO, 2009
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	jerivá	GUIX; RUIZ, 2000
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> sp.	campos-portoana	GUARALDO, 2009
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i>	laranjeira-do-mato	ROTHER; PIZO; JORDANO, 2015

Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i>	arco-de-pipa	ALVES, 2008
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	tanheiro	MARENZI, 2004; PACHECO <i>et al.</i> , 2014; PARRINI; RAPOSO, 2010; ZIMMERMANN, 1996
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	pau-jangada	PACHECO <i>et al.</i> , 2014; PARRINI; PACHECO, 2011
Euphorbiaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	aracurana-da-serra	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i>	canela-imbuia	KAMINSKI, 2011
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	canela-preta	CARRANO, 2006; CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; KAMINSKI, 2011
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	canela-guaicá	KAMINSKI, 2011
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	canela-branca	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	quaresmeira-de-flor-branca	ALVES, 2008
Melastomataceae	<i>Miconia chartacea</i>	triana	PARRINI; PACHECO, 2011
Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i>	jacatirão	FRIGO, 2013; GRIDI-PAPP; GRIDI-PAPP; SILVA, 2004
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	jacatirão	PARRINI; PACHECO, 2011
Melastomataceae	<i>Miconia cubatanensis</i>	pixirica	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i>	sabiazeira, apaga-brasa	CORREIA, 1997
Melastomataceae	<i>Miconia petropolitana</i>	pixirica	KAMINSKI, 2011
Melastomataceae	<i>Miconia pusilliflora</i>	pixirica	MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010; PARRINI; PACHECO, 2011
Melastomataceae	<i>Miconia tristis</i>	pixirica	PARRINI; PACHECO, 2011
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp.	manacá	MARENZI, 2004
Melastomataceae	<i>Leandra</i> sp.	pixirica	KAMINSKI, 2011

Melastomataceae	<i>Ossaea</i> sp.	triana	KAMINSKI, 2011
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	canjarana	MARENZI, 2004
Moraceae	<i>Cecropia adenopus</i>	embaúba	MARCONDES-MACHADO; OLIVEIRA, 1988
Moraceae	<i>Coussapoa microcarpa</i>	figueira, mata-pau	PACHECO <i>et al.</i> , 2014
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i>	bicuíba, bocuva	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; MARENZI, 2004; ROTHER, 2010; ROTHER; PIZO; JORDANO, 2015
Myrsinaceae	<i>Myrsine coreaceae</i>	capororoca	BASLER; MÜLLER; PETRY, 2009
Myrsinaceae	<i>Rapanea</i> sp.	capororoca	BASLER; MÜLLER; PETRY, 2009
Myrsinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i>	camará, azeitona-do-mato	MARENZI, 2004; PASCOTTO, 2007
Myrtaceae	<i>Eugenia umbelliflora</i>	apê-açu	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; CÔRTES <i>et al.</i> , 2009
Myrtaceae	<i>Myrcia bicarinata</i>	guamirim-araçá	CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp.	amora-preta	PAULO <i>et al.</i> , 2014
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i>	apuruí-tinha	MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Rubiaceae	<i>Psychotria suterella</i>	grandiúva-de-anta	MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Rubiaceae	<i>Rudgea recurva</i>	pimenteira	LEFEVRE, 2008
Rubiaceae	<i>Psychotria tobagensis</i>	erva-de-rato-branca	PACHECO <i>et al.</i> , 2014; PACHECO; PARRINI, 2014
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i>	camboatá	PACHECO <i>et al.</i> , 2014
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	esporão-de-falo-falso	VERÇOZA; DIAS; MISSAGIA, 2012
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i>	pau-de-canga, sete-sangrias	CARRANO, 2006; CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007
Symplocaceae	<i>Symplocos tenuifolia</i>	maria-mole, cravo-do-mato	Bczuska, J. C., Observação pessoal
Verbenaceae	<i>Aegiphylia sellowiana</i>	tamanqueira, pau-gaióla	ALVES, 2008
Verbenaceae	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	jacatucaba, jacataúva	ALVES, 2008

Referências do Apêndice 1

- ALVES, K. J. F. **Composição da avifauna e frugivoria por aves em um mosaico sucessional na Mata Atlântica**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- ANTUNES, A. Z. *et al.* Comparação entre as comunidades de aves de duas fitofisionomias florestais contíguas no Parque Estadual Carlos Botelho, SP. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, n. 3, p. 213–226, 2011.
- BASLER, A. B.; MÜLLER, E. S.; PETRY, M. V. Frugivory by birds in *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae) inhabiting fragments of mixed Araucaria Forest in the Aparados da Serra National Park, RS, Brazil. **Sociedade Brasileira de Ornitologia**, v. 17, n. 2, p. 113–120, 2009.
- CARRANO, E. **Composição e conservação da avifauna na Floresta Estadual do Palmito, município de Paranágua, Paraná**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2006.
- CASTRO, E. R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 7, p. 725, 2007.
- CASTRO, E. R. DE *et al.* Temporal variation in the abundance of two species of thrushes in relation to fruiting phenology in the Atlantic rainforest. **Journal of BirdLife Australia**, v. 112, n. 2, p. 137–148, 2012.
- CASTRO, E. R. DE; GALETTI, M. **Variação espaço-temporal na fenologia e frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em três tipos de Floresta Atlântica**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- CERISOLA, C. M.; PORT-CARVALHO, M.; ANTUNES, A. Z. Consumo de frutos de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) por vertebrados no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, sudeste do Brasil. **Instituto Federal Série Registros**, v. 31, p. 167–171, 2007.
- CORREIA, J. M. DE S. **Utilização de espécies frutíferas da Mata Atlântica na alimentação da avifauna da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ**. Dissertação, Universidade de Brasília, 1997.
- CÔRTEZ, M. **Variação espacial nas interações entre o palmito *Euterpe edulis* e as aves frugívoras: implicações para a dispersão de sementes**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- CÔRTEZ, M. C. *et al.* Linking frugivore activity to early recruitment of a bird dispersed tree, *Eugenia umbelliflora* (Myrtaceae) in the Atlantic rainforest. **Austral Ecology**, v. 34, p. 249–258, 2009.
- FADINI, R. F. **Limitações bióticas afetando o recrutamento da palmeira *Euterpe edulis* em uma ilha continental da Mata Atlântica**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

FADINI, R. F. *et al.* Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. **Acta Oecologica**, v. 35, n. 2, p. 188–196, mar. 2009.

FRIGO, A. L. **Um modelo constructal de interações entre dispersores e plantas para fins de recuperação de áreas degradadas**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2013.

GALETTI, M. *et al.* Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086–1090, 2013.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 204, n. 2, p. 131–145, 2009.

GRIDI-PAPP, C. O.; GRIDI-PAPP, M.; SILVA, W. R. Differential fruit consumption of two Melastomataceae by birds in Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. **Ararajuba**, v. 12, n. 1, p. 5–10, 2004.

GUARALDO, A. DE C. **Fenologia reprodutiva, distribuição espacial e frugivoria em *Rhipsalis* (Cactaceae)**. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

GUIX, J. C.; RUIZ, X. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they? **Orsis**, v. 15, p. 121–126, 2000.

KAMINSKI, N. **Avifauna da fazenda Santa Alice, planalto norte catarinense: composição e interações ave-plantas em áreas com diferentes métodos de manejo de pinus**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

LABECCA, F. M. **Redes de interação entre dispersores de sementes e *Euterpe edulis* (Arecaceae) em um gradiente de defaunação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2012.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmiteira (*Euterpe edulis*, Martius Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo**. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1996.

LEFEVRE, K. L. **The influence of human disturbance on avian frugivory and seed dispersal in a neotropical rainforest**. Tese, University of Toronto, Canadá 2008.

MANHÃES, M. A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M. M. Diet of understorey birds in two Atlantic Forest areas of southeast Brazil. **Journal of Natural History**, v. 44, n. 7–8, p. 469–489, 2010.

MARCONDES-MACHADO, L. O.; OLIVEIRA, M. M. A. DE. Comportamento alimentar de aves em *Cecropia* (Moraceae), em Mata Atlântica, no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 4, n. 4, p. 331–339, 1988.

MARENZI, R. C. **Ecologia da paisagem da Morraria da Praia Vermelha (SC): Subsídio à conservação da biodiversidade de uma área costeira**. Tese, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR., 2004.

- PACHECO, J. F. *et al.* Birds of Vale das Taquaras region, Nova Friburgo, Rio de Janeiro state, Brazil: checklist with historical and trophic approach. **Cotinga**, v. 36, p. 74–102, 2014.
- PACHECO, J. F.; PARRINI, R. Aspectos da frugivoria por aves em *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 178, p. 55–62, 2014.
- PARRINI, R.; PACHECO, J. F. Frugivoria por aves em *Alchornea triplinervia* (Euphorbiaceae) na Mata Atlântica do Parque Estadual dos Três Picos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 162, p. 33–41, 2011.
- PARRINI, R.; RAPOSO, M. A. Aves se alimentando de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de biologia Mello Leitão. Nova Série**, v. 27, p. 75–83, 2010.
- PASCOTTO, M. C. *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. (Myrsinaceae) como uma importante fonte alimentar para as aves em uma mata de galeria no interior do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 3, p. 735–741, 2007.
- PAULO, S. *et al.* List Birds of the Alcatrazes archipelago and surrounding waters, São Paulo, southeastern Brazil. **Journal of species lists and distribution**, v. 10, n. 4, p. 729–738, 2014.
- RIBEIRO, T. DE C. **Efetividade de dispersão de sementes de palmito (*Euterpe edulis*) em um gradiente de defaunação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2012.
- ROTHER, D. C. **Dispersão de sementes e processos de limitação demográfica de plantas em ambientes com e sem bambus na Floresta Pluvial Atlântica**. Tese, Universidade Estadual Paulista, Rio claro-SP, 2010.
- ROTHER, D. C.; PIZO, M. A.; JORDANO, P. Variation in seed dispersal effectiveness: the redundancy of consequences in diversified tropical frugivore assemblages. **Oikos**, v. 125, n. 3, p. 336–342, mar. 2015.
- VERÇOZA, F. C.; DIAS, A. R.; MISSAGIA, C. C. C. Ecologia da polinização e potenciais dispersores da “marianeira” - *Acnistus arborescens* (L.) Schlttdl. (Solanaceae) em área de Floresta Atlântica do Rio de Janeiro. **Natureza on line**, v. 10, n. 2, p. 59–64, 2012.
- ZIMMERMANN, C. E. Observações preliminares sobre a frugivoria por aves em *Alchornea glandulosa* (Endl. & Poepp.) (Euphorbiaceae) em vegetação secundária. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 3, p. 533–538, 1996.

APÊNDICE 2

Tabela 6. Levantamento de espécies de invertebrados consumidas por *Turdus flavipes* (Turdidae). A repetição de ordens significa que foram citadas em diferentes estudos e o grau de identificação variou entre eles.

Ordem	Família	Espécie	Referências
Coleoptera			MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Coleoptera	Curculionidae	<i>Revena rubiginosa</i>	GUIX; RUIZ, 2000
Diplopoda			MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Haplotaxida			Bczuska, J. C., Observação pessoal
Hymenoptera		<i>Labidus praedator</i>	FARIA; RODRIGUES, 2009
Isoptera			MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Lepidoptera			Guaraldo, A.C., Observação pessoal
Lepidoptera			MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Mollusca			MANHÃES; LOURES-RIBEIRO; DIAS, 2010
Orthoptera			Guaraldo, A.C., Observação pessoal

Referências do Apêndice 2

FARIA, C. M. A; RODRIGUES, M. Birds and army ants in a fragment of the Atlantic Forest of Brazil. **Journal of Field Ornithology**, v. 80, n. 4, p. 328–335, 2009.

GUIX, J. C.; RUIZ, X. Plant-disperser-pest evolutionary triads: how widespread are they? **Orsis**, v. 15, p. 121–126, 2000.

MANHÃES, M. A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M. M. Diet of understory birds in two Atlantic Forest areas of southeast Brazil. **Journal of Natural History**, v. 44, n. 7–8, p. 469–489, 2010.

APÊNDICE 3

Tabela 7. Densidade mensal (indivíduos/Km²) de *Turdus flavipes* ao longo do ano (Período 2015/2016) nas diferentes cotas de altitude na Serra do Mar Paranaense. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi; cotas B e C: Parque Estadual Serra da Graciosa; cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (Rio Cachoeira).

Mês	Densidade (indivíduos/Km ²)				
	Cota A	Cota B	Cota C	Cota D	Cota E
Janeiro	52	3	9	0	8,06
Fevereiro	19,85	-	-	-	-
Março	6,66	9	19	13,3	6,25
Abril	0	-	-	-	-
Maiο	16,36	1	4	17,63	10,75
Junho	9,66	-	-	-	-
Julho	21,28	2	0	15,43	0
Agosto	8,95	-	-	-	-
Setembro	44,21	0	2	4,030	32,25
Outubro	69,48	-	-	-	-
Novembro	68,89	13	8	11,023	56,45
Dezembro	49,64	-	-	-	-

APÊNDICE 4

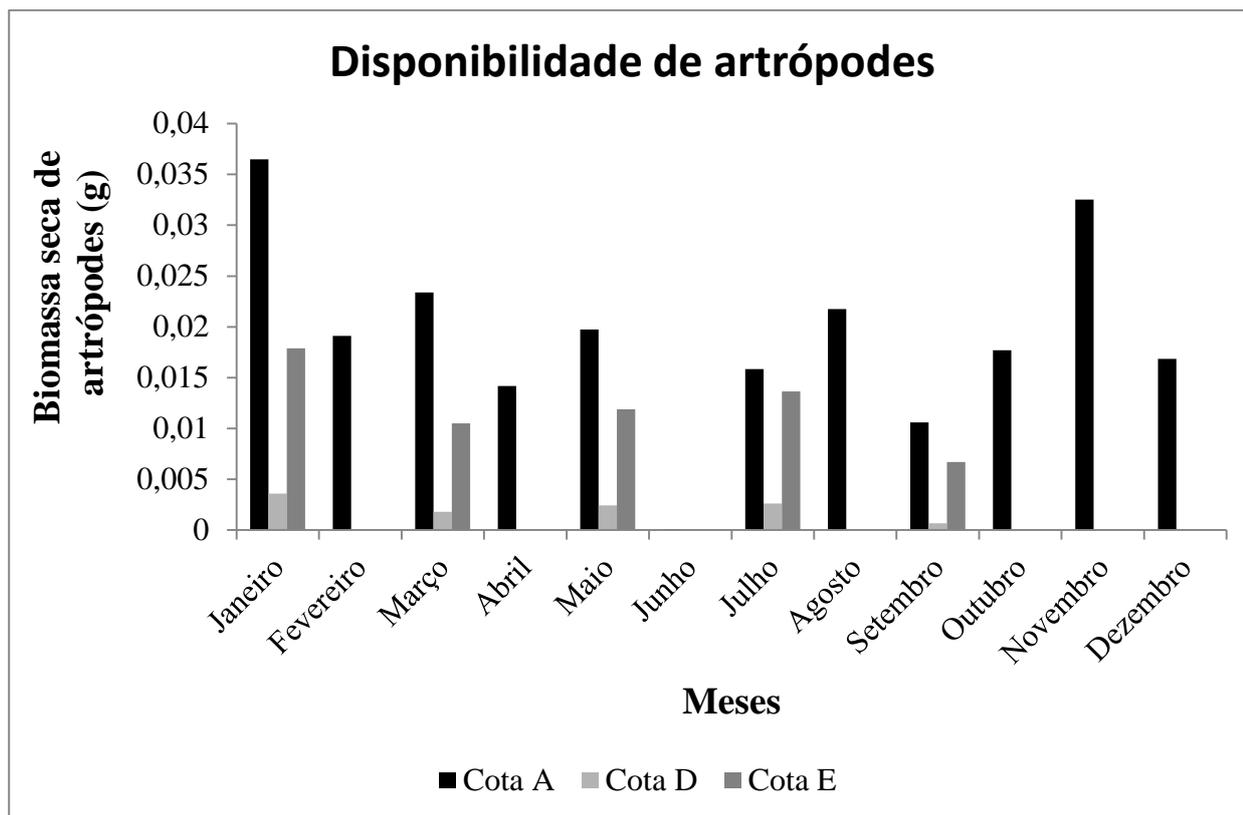


Figura 6. Variação anual da biomassa seca de artrópodes em cada cota altimétrica ponderada pelo total de dias entre cada coleta. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016.

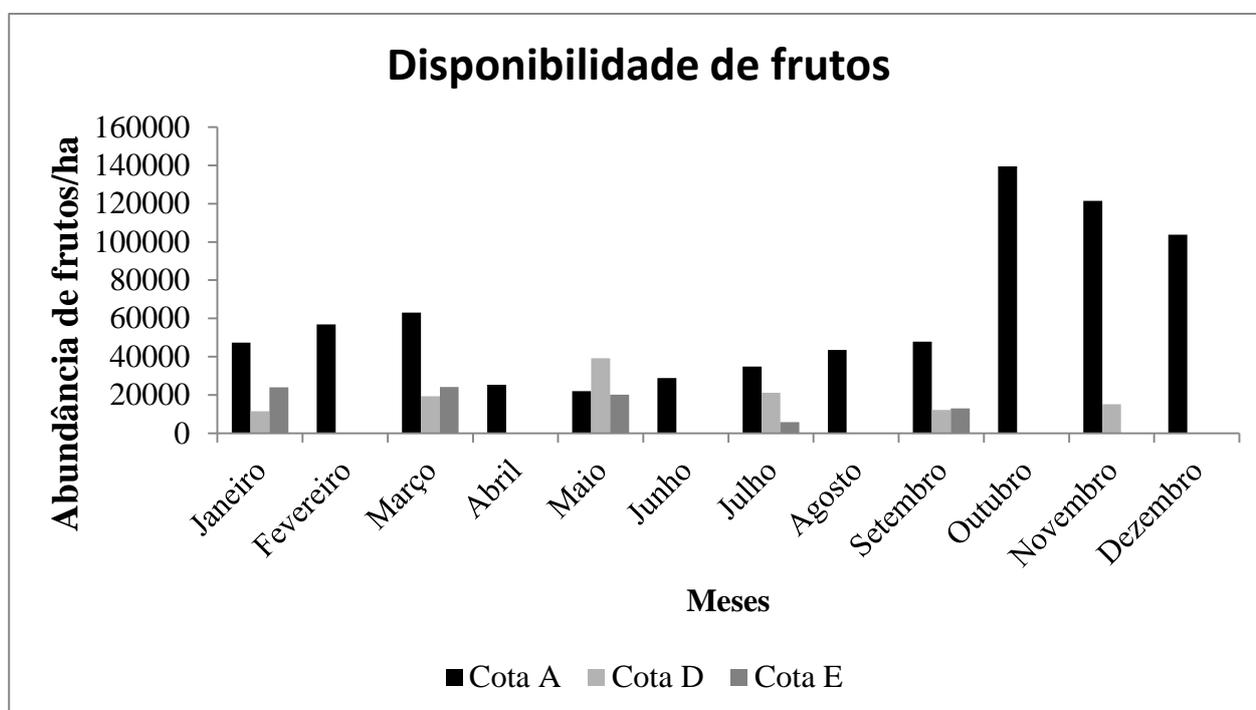


Figura 7. Variação anual da abundância de frutos nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016.

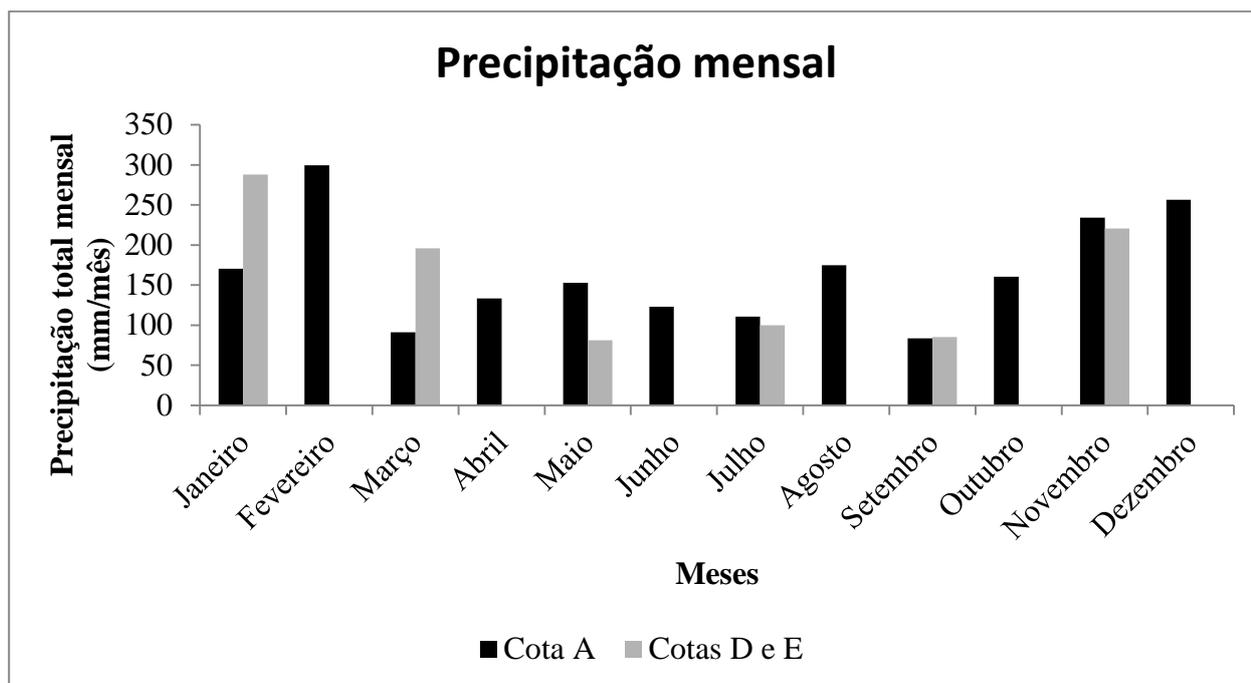


Figura 8. Variação anual da precipitação nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016.

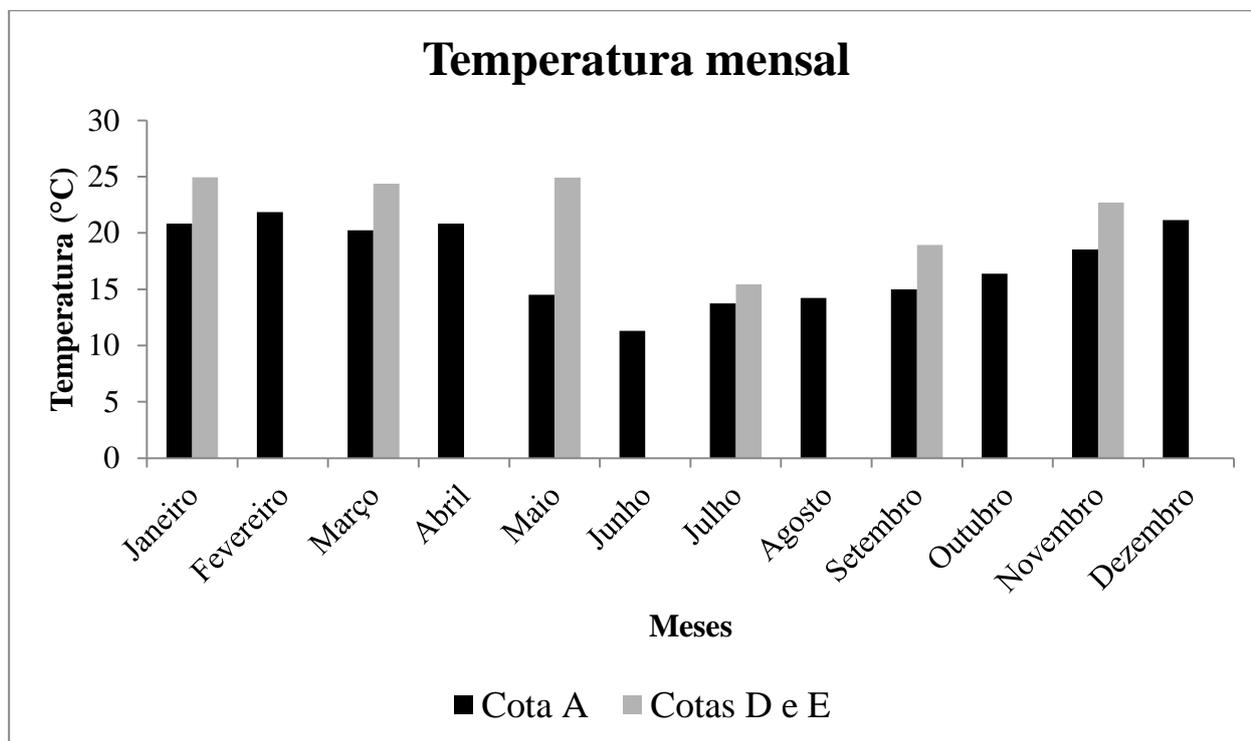


Figura 9. Variação anual da temperatura média mensal nas cotas altimétricas A, D e E. Cota A: Parque Estadual Pico Marumbi (amostragem mensal); cotas D e E: Reserva Natural Guaricica (amostragem bimensal). Período de 2015/2016.