

RESSALVA

Atendendo solicitação da
autora, o texto completo desta
tese será disponibilizado
somente a partir de
22/09/2021.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DAS AVES MIGRATÓRIAS
NEOTROPICAIS AUSTRAIS E A URBANIZAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA
DO BRASIL

ECOLOGY AND BEHAVIOR OF NEOTROPICAL AUSTRAL MIGRANT BIRDS AND URBANIZATION
IN THE ATLANTIC FOREST, BRAZIL

Karlla Vanessa de Camargo Barbosa

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Rio Claro, para a obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas (Área de concentração: Zoologia)

Rio Claro – SP
2020

ECOLOGIA E COMPORTAMENTO DAS AVES MIGRATÓRIAS
NEOTROPICAIS AUSTRALS E A URBANIZAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA
DO BRASIL

ECOLOGY AND BEHAVIOR OF NEOTROPICAL AUSTRAL MIGRANT BIRDS AND URBANIZATION
IN THE ATLANTIC FOREST, BRAZIL

Karlla Vanessa de Camargo Barbosa

Orientador: **Prof. Dr. Alejandro Edward Jahn**

Coorientador: **Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro**

Tese apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para a
obtenção do título de Doutora em Ciências
Biológicas (Área de concentração: Zoologia)

Rio Claro - SP

Setembro 2020

B238e	<p>Barbosa, Karlla Vanessa de Camargo</p> <p>Ecologia e comportamento das aves migratórias neotropicais austrais e a urbanização da Mata Atlântica do Brasil / Karlla Vanessa de Camargo Barbosa. -- Rio Claro, 2020</p> <p>113 p.</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro</p> <p>Orientador: Alejandro Edward Jahn</p> <p>Coorientador: Milton Cezar Ribeiro</p> <p>1. Migração das aves. 2. Animais urbanos. 3. Área verde urbana. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Ecologia e comportamento das aves migratórias neotropicais austrais e a urbanização da Mata Atlântica do Brasil

AUTORA: KARLLA VANESSA DE CAMARGO BARBOSA

ORIENTADOR: ALEJANDRO EDWARD JAHN

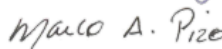
COORIENTADOR: MILTON CEZAR RIBEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

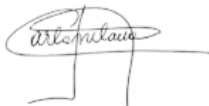
Prof. Dr. ALEJANDRO EDWARD JAHN
Pós-doutorando do Depto de Zoologia/IB/UNESP/Rio Claro



Prof. Dr. MARCO AURELIO PIZO FERREIRA
Departamento de Biodiversidade / UNESP - Instituto de Biociências de Rio Claro - SP



Profª Drª CARLA SUERTEGARAY FONTANA
Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS



Prof. Dr. PEDRO FERREIRA DEVELEY
BirdLife/SAVE Brasil / São Paulo-SP



Profª. Dra. ERICA HASUI
Depto. Ecologia / IB-Usp-São Paulo



Rio Claro, 22 de setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho só foi possível graças a ajuda de várias pessoas, desde voluntários (estagiários), a observadores de aves, professores e amigos. Por isso quero agradecer imensamente a todos que, de alguma forma, fizeram parte desse processo enriquecedor e de crescimento que foi para mim o doutorado. Cito alguns nomes abaixo, mas se eu esquecer de alguém com certeza vou reencontrar, lembrar e agradecer pessoalmente.

Para que eu conseguisse realizar algumas atividades da pesquisa foi fundamental ter ajuda. Para as capturas-marcações das aves, principalmente do bem-te-vi-rajado, eu sempre precisei do apoio de pelo menos duas pessoas. Muito obrigada, amigos e voluntários que não mediram esforços para me ajudar: Albert Aguiar, Alcides Dutra, Alecsandra Tassoni, Alice Reinfeld, Amanda Viana, André Menini, Arthur M. Gomes, Beto Costa, Bianca Matinata, Carlos Henrique Ferreira (Ferreirinha), Carlos Gussoni, Clément Delaleu, Cristiane Gardim, Cristiane Santos, Denis Vinny, Evelyn Melo, Flavia Arantes, Gleyson George, Guilherme Brandão, Guilherme Canassa, Guilherme L. Ferreira, Gustavo A. Levy, Guto Carvalho, Ivan Provinciato, Juliana Vitorio, Kauan Martins, Kelly Pereira, Leticia Rodrigues, Luciano Bernardes, Lucas Gaspar, Marco Silva (Marcão), Maria Clara Tinti, Matheus Bernardo, Matheus M. Santos, Murilo Vicente, Nice Stramaro, Paulo Moura, Rafaela W. Carvalho, Rayane G. Tomaselli, Rodrigo Missano, Samuel Nunes, Vanesa Bejarano, Vanessa Valentim, Vinicius Secco, Voluntárias do PET (2019 – Andressa Garcia, Barbara Betini, Letícia Malta e Beatriz Valério de Jesus) e Yuri Napoleão.

O meu muito obrigada também a todos observadores de aves e amigos que dedicaram seu tempo para me passar informações sobre ninhos e registros das aves migratórias. Cito aqui alguns nomes para representar todos os observadores que registraram no site Aves da Cidade ou em outras fontes: Adolf C. Kruger, Armando Stilhano Neto, Beatris Gianiselle, Bruna Gagetti, Bruna Lopes, Chico Martins, Christiane A. Ahlgrimm, Claudia Chang, Daniel Gracioso, Daniele C. Vanzo, Diomar A. Quadros, Douglas Negeini, Ednilson M. Pereira, Fabio Schunck, Fernando Lotto, Flavio T. Souza, Henrique (Carlos Pires), Igor Kusmitsch, Jairo E. Silva, Jane Rotta, Joana Tomazelli, Julia, Juliana Lima, Leandro, Luciano Breves, Marcos Granjeiro, Marina Cortes, Maristela Camolesi, Mauro Luiz Junior, Messias R. Neto, Natalia Allenspach, Renato M. Sobral, Rodolfo P. Graciotti, Rolf Gustaf Odelius, Luciana Souza, Rubens Galdino, Sergio Ambiel, Uêdson Rêgo e Valmir A. Costa. O *Aves da Cidade* é um site que criei para coletar informações para meu estudo sobre as aves migratórias, através de ciência cidadã, e também divulgar o trabalho com uma linguagem mais acessível ao público não acadêmico sobre as aves urbanas <https://avesdacidade.wordpress.com/>

Me sinto muito grata e privilegiada porque nos momentos de indecisão e dificuldade tive amigos muito queridos com o qual pude contar, tanto nas análises de dados como nas discussões de ideias.

Muito obrigada: Augusto Batisteli (ajudou fornecendo dados dos bem-te-vi-rajados e sobre ninhos), Marcos Melo (me recebeu no zoo de Guarulhos e tivemos várias conversas sobre ecologia urbana), Natalia Stefanini (me ajudou com as análises de Kernel e em vários momentos de emergência), Melina Leite (Meme - que me socorreu com os scripts do R...algumas vezes inclusive), Andrea L. Boesing (Lari - que me ajudou na classificação da paisagem), Carlos Candia-Gallardo (Kiwi - que me socorreu com os gráficos no R quando eu estava perdida), João Carlos Pena e Fabio Barros (que me ajudaram a decidir as paisagens do primeiro capítulo e participou da minha defesa de projeto), Karl Mokross (que participou do nascimento da ideia inicial dessa tese), Carlos Gussoni (além de ajudar no nascimento da ideia inicial também foi meu colega de casa e sempre me apoiou) e Rafael Souza (Urucum - como esquecer dele que sempre ajuda todos! Me ajudou com gravadores e apresentações).

Do período que fiquei no Cornell Lab of Ornithology agradeço ao Gerardo Soto e Marcelo Awade que dedicaram horas para me ajudar nas análises do capítulo 1; e também àqueles que me deram apoio e contribuíram com ricas discussões sobre aves e conservação, Amanda Rodewald, Christopher Wood, Matthew Medler, Luciana Guimarães, e Wesley Hochachka, além de todos os amigos que me apresentaram as aves de Ithaca – NY (Karan Odom, Lilly Briggs, Ian Daves, Jay McGowan and Drew Meber).

Nesse período tive também o apoio de instituições, o qual foi primordial para a realização do trabalho. Nessas instituições também fiz amigos que me apoiaram: Prefeitura de São Paulo – DEPAVE (Anelisa Magalhães, Leticia Zimback e Marcos Kawall), CRAS PET – Parque Ecológico do Tietê (Liliane Milanelo, Fabio Toledo, Lilian Sayuri, Valéria Pedro e Haroldo Furuya), Instituto Butantan (toda a equipe e em especial a Erika Hingst-Zaher), SAVE Brasil (toda equipe e em especial ao Pedro Develey por acreditar em mim), UNESP (turma dos laboratórios LEEC e LECAVE), Jardim Botânico de São Paulo (Domingos Rodrigues e Janaína Costa), Parque Estadual da Cantareira (todos os gestores e monitores dos núcleos Engordador e Pedra Grande) e Horto de São Paulo (todos os gestores e monitores).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Sou grata também a todos os financiamentos que recebi nesse período que permitiram que a pesquisa fosse realizada. Em especial agradeço a CAPES por fornecer minha bolsa de estudos e a ajuda de campo (através do PROAP), à AFO (Association of Field Ornithology), Idea Wild e The Cornell Lab of Ornithology.

Aos amigos que me abriram seus lares e me receberam em suas casas, no Estados Unidos – Pedro Peloso/Silvia Pavan, Jennifer Bien-Aime, Luciana Guimarães/Matt Medler, Alex/Shazeeda – e em Rio Claro – Claudinha Kanda, Natalia Stefanini, Laurinha Honda, Cristina Gonçalves/Cesar Cestari e Ana Cristina Crestari/André Regolin – meu muito obrigada, vocês foram incríveis!

Minha gratidão aos professores, mentores e amigos que me apoiaram e me guiaram por todo esse período: Alex Jahn, Milton Ribeiro (Miltinho), Marco Aurélio Pizo e Amanda Rodewald.

Agradeço os presentes que ganhei do bem-te-vi-rajado: quadro com a foto linda de filhotes de bem-te-vi-rajado da Diná Galdino (em memória) e seu filho Luciano; e a pintura da Cris Gardim.

Obrigada a minha família que tanto amo, minhas irmãs (Kaccia e Karine), meu pai (Olaf - em memória) e principalmente a minha mãe Carmina. Mãe, sou muito grata pelo apoio e pela grande contribuição na minha formação como pessoa e profissional.

Eu também não poderia esquecer de todos meus “Amigos para Sempre” pelo carinho, apoio e atenção quando precisei. E a família do Thiago, principalmente a minha sogra Claudete que sempre compartilhou das minhas alegrias e conquistas.

E por último deixei para agradecer a pessoa mais especial nesse processo que passei nos últimos anos: o meu companheiro de lar, de artigos e de momentos bons e difíceis, Thiago VV Costa. Essa trajetória teria sido muito mais difícil sem você! Você esteve ao meu lado por todos esses anos me apoiando e ajudando em quase todos os campos, e revisando meus textos e artigos. Sem você eu não teria conseguido! Muito obrigada!

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem.
ou que seus planos nunca vão dar certo
ou que você nunca vai ser alguém...”

Se você quiser alguém em quem confiar confie em si mesmo.
Quem acredita sempre alcança! ”

Mais uma vez - Renato Russo

Sumário

APRESENTAÇÃO	12
Resumo	13
Abstract	15
INTRODUÇÃO GERAL	17
Referências bibliográficas	22
CAPÍTULO 1	28
Noise level and distance to water drive resident and migratory bird species richness within a Neotropical megacity	29
Abstract	29
1. Introduction	30
2. Material and methods	32
3. Results	36
4. Discussion	39
5. Conclusions	42
6. References	43
Supplementary material	49
Appendix A	52
Appendix B	53
CAPÍTULO 2	57
<i>Habitat use and home range of a migratory bird, <i>Myiodynastes maculatus solitarius</i>, in an urban park in the Atlantic Forest, Brazil</i>	58
Abstract	58
1. Introduction	59
2. Methods	60
3. Results	62
4. Discussion	65
5. References	68
CAPÍTULO 3	72
Body condition, sex and urbanization influences breeding-site fidelity of Neotropical austral migrant flycatchers (Tyrannidae) in Brazil	73
Abstract	73
1. Introduction	74
2. Methods	75
3. Results	78
4. Discussion	81
5. Conclusions	85
6. References	85

CAPÍTULO 4 _____ **89**

The potential for citizen science to contribute to research and conservation of birds in Brazil

Abstract	90
1. Introduction	91
2. Methods	92
3. Results	95
4. Discussion	100
5. Conclusions	100
6. References	104

CONSIDERAÇÕES FINAIS _____ **111**

APRESENTAÇÃO

Este documento é o produto de quatro anos de pesquisa em ecologia de aves, ecologia urbana, migração das aves, história natural de aves migratórias e ciência cidadã. Esse período de pesquisa permitiu um grande conhecimento e crescimento profissional, gerando artigos em revistas científicas especializadas de grande impacto, matérias em jornais populares de ampla circulação, e encontros, estágios e discussões com especialistas no Brasil e Estados Unidos. Assim, como produto final, a presente tese de doutorado está dividida em quatro capítulos que estão estruturados em forma de artigos científicos. Apesar dos artigos serem independentes, seus resultados são complementares e apresentam resultados inéditos.

O documento se inicia com uma introdução geral sobre os assuntos abordados nos capítulos, seguida dos artigos científicos produzidos com os resultados desta tese de doutorado, sendo parte já publicada em revistas revisada por pares:

Capítulo 1: Barbosa KV, Rodewald AD, Ribeiro MC & Jahn AE (2020). Noise level and water distance drive resident and migratory bird species richness within a Neotropical megacity. *Landscape and Urban Planning*, 197, 103769.

Capítulo 2: Vitorio JG*, Frenedo RC & Barbosa KVC* (2019). Habitat use and home range of a migratory bird, *Myiodynastes maculatus solitarius*, in an urban park in the Atlantic Forest, Brazil. *Brazilian Journal of Ornithology*, 27(2): 115–121. * Both authors contributed equally to this work.

Capítulo 3: Barbosa KV, Bejarano VA, Costa TVV, Ribeiro MC & Jahn, AE. Breeding-site fidelity of three Neotropical austral migrant flycatchers (Tyrannidae) in Brazil. *In prep*.

Capítulo 4: Barbosa KV, Develey PF, Ribeiro MC & Jahn, AE. The potential of citizen science to contribute to research and conservation of birds in Brazil. *Submitted to Ornithology Research*.

A última seção deste documento apresenta uma conclusão geral sobre os principais resultados obtidos e apresentados nos quatro capítulos e de acordo com o tema central da tese, que foi entender a ecologia e comportamento das aves migratórias neotropicais austrais na Mata Atlântica do Brasil.

Resumo geral

Vivemos em uma era onde as paisagens naturais do planeta são alteradas rapidamente, formando mosaicos de estruturas antrópicas e manchas arborizadas inseridas em contextos urbanos. Essas manchas verdes servem como importantes locais para conservação da biodiversidade, bem como para reprodução e forrageamento de espécies de aves migratórias. No entanto, os efeitos das características da paisagem urbana sobre as aves ainda são pouco entendidos na região Neotropical. Este estudo buscou entender os efeitos da urbanização sobre as aves da Mata Atlântica e conhecer as demandas de habitat das aves migratórias em áreas urbanas. Nesse contexto, o estudo teve quatro objetivos: 1) Avaliar as respostas das aves a um conjunto de atributos de cobertura do solo na paisagem urbana da cidade de São Paulo; 2) Descrever o habitat e a área de vida do tiranídeo migratório *Myiodynastes maculatus solitarius* em um parque urbano da Mata Atlântica; 3) Verificar se os tiranídeos migratórios têm fidelidade de sítio reprodutivo, e se sexo, habitat ou condição corpórea afetam a fidelidade de sítio; e 4) Revisar o desenvolvimento da ciência cidadã e sua contribuição para a ornitologia no Brasil, bem como conhecer, através dessa fonte de dados, a agenda migratória e os requisitos mínimos de habitat de quatro espécies de aves migratórias Neotropicais austrais no Brasil. Como resultado encontramos que na paisagem urbana o uso de áreas verdes pelas aves migratórias e residentes são afetadas negativamente pelo alto índice de ruído e a distância dos corpos d'água, e que ambos grupos de espécies são afetados de maneira similar. Além disso, os efeitos da urbanização podem afetar comportamentos das espécies, como por exemplo mudar o uso do espaço. Para *M. m. solitarius* encontramos uma área de vida média de 5.4 hectares em parque urbano em São Paulo, sendo que quanto mais estruturas antrópicas maior é a área explorada pelo indivíduo. Assim como o *M. m. solitarius*, alguns indivíduos de *Tyrannus savana* e *Empidonamus varius*, segundo nossos resultados, retornam após migração ao sítio reprodutivo. No entanto, o sexo e o tipo de ambientes (rurais vs. urbano) são características que afetam para essa fidelidade. Segundo dados de ciência cidadã, essas espécies e *P. rubinus*, apresentaram diferentes requerimentos de habitat com relação a tamanho de áreas verdes, sendo para *M. m. solitarius* 10 hectares, *P. rubinus* 5 hectares, *E. varius* 1 hectare e *T. savana* no mínimo ruas urbanizadas. A ciência cidadã, que contribuiu de forma importante para obtenção de respostas nos estudos desta tese, tem crescido no Brasil e gerado conhecimento sobre as espécies brasileiras. Os dados provenientes da ciência cidadã

mostram-se eficientes no fornecimento de informações relevantes em áreas urbanizadas, onde se concentram os observadores de aves que contribuem para as bases de dados. Para a implementação de iniciativas de conservação de forma mais efetiva, é necessário um maior foco em diferentes mosaicos da paisagem, sendo as áreas verdes urbanas partes dessa composição como refúgio para diversas espécies de aves. O desafio que se apresenta está em conhecer e conciliar as necessidades da sociedade humana e da biodiversidade para manter condições ecologicamente sustentáveis para ambos.

Palavras-chave: conservação das aves, ecologia urbana, ciência cidadã, Tyrannidae

General abstract

We live in an era, when the planet's natural landscapes are rapidly changing, forming mosaics of both anthropogenic and green patches within urban areas. These green patches serve as important sites for biodiversity, for instance supporting reproduction and foraging for migratory bird species. However, the effects of urban landscape features on birds are still poorly understood in the Neotropical region. This study sought to understand the effects of urbanization on birds in the Atlantic Rainforest and to evaluate habitat requirements of migratory birds in urban areas. In this context, the study had four objectives: 1) To evaluate the responses of birds to a set of ground cover attributes in the urban landscape of the city of São Paulo; 2) To describe the habitat and home range of the migratory tyrannid flycatcher *Myiodynastes maculatus solitarius* in an urban park in the Atlantic Forest; 3) To evaluate the breeding site fidelity of migratory tyrannid flycatchers, and whether sex, habitat or body condition affect site fidelity; and 4) To review the development of citizen science and its contribution to ornithology in Brazil and to use citizen science to study migration timing and the minimum habitat requirements of four austral migratory bird species in Brazil. As a result, we found that the use of urban green areas by migratory and resident birds is negatively affected by high noise levels and distance from water and that both groups of species are similarly affected. In addition, the effects of urbanization can affect the behavior of species, such as changing the use of space. For *M. m. solitarius*, we found an average home range of 5.4 hectares in an urban park in São Paulo and a positive relationship between area explored by an individual and number of anthropic structures. Similar to *M. m. solitarius*, some individuals of *Tyrannus savana* and *Empidonamus varius* return to the breeding site; however, sex and environment (rural vs. urban) affect their breeding site fidelity. According to citizen science data, these species and *P. rubinus* have different habitat requirements with respect to the size of green areas, being 10 hectares for *M. m. solitarius*, 5 hectares for *P. rubinus*, 1 hectare for *E. varius* and, at the minimum, a few meters wide for *T. savana*. Citizen science, the origin of a significantly proportion of the data in this thesis, has grown in Brazil and generated substantial knowledge about Brazilian bird species. Citizen science is efficient in providing relevant information from urbanized areas, where bird observers who contribute to the databases are concentrated. In order to implement conservation initiatives more effectively, a greater focus is needed on various landscape mosaics besides forest remnants,

including urban green areas that are also important to many bird species. The challenge is to understand and reconcile the needs of human society and biodiversity to maintain ecologically sustainable conditions for both.

Keywords: bird conservation, citizen science, Tyrannidae, urban ecology

INTRODUÇÃO GERAL

Vivemos numa era onde as paisagens naturais por todo planeta são alteradas rapidamente, formando mosaicos de origem antrópica e natural (Metzger 2006). Nos grandes centros urbanos esse fenômeno é ainda mais complexo, restando muitas vezes apenas manchas verdes inseridas na matriz urbana (Alberti et al. 2001). Nesse contexto, essas manchas verdes representam áreas de extrema importância para as aves residentes e migratórias, particularmente para espécies que têm maior capacidade de tolerar distúrbios de origem antrópica. No entanto, aves que usam áreas dentro ou próximo a cidades são susceptíveis a diversos desafios, como o aumento das taxas de predação, parasitismo de ninhos e escassez de recursos (Bolger 2001; Tewksbury et al. 2006), podendo assim diminuir as chances de sobrevivência dos indivíduos. Além disso, outros fatores inerentes aos centros urbanos podem também prejudicar a ocorrência e sobrevivência de aves nas manchas verdes, tais como os altos índices de ruído (Brumm 2004; Pena et al. 2017; da Silva et al. 2020), alta porcentagem de áreas impermeáveis (McKinney 2002; Evans et al. 2018; Souza et al. 2019) e densidade da população humana (Fontana et al. 2011). Portanto, o desafio que se apresenta está em conhecer e conciliar as necessidades da sociedade humana e da biodiversidade para manter condições ecologicamente sustentáveis para ambos.

Grande parte do conhecimento sobre os efeitos da urbanização nas aves provém de estudos realizados na região temperada, sendo esse padrão de distribuição do conhecimento ainda mais acentuado quando se trata especificamente das aves migratórias (e.g., Blake & Karr, 1987; Rodewald & Bakermans, 2006; Loss et al. 2009; Husté & Boulinier 2011; Evans et al. 2018). Alguns desses estudos demonstraram efeitos negativos sobre as aves migratórias, tais como sobre aspectos reprodutivos das aves (Rodewald & Bakermans 2006; Rodewald & Shustack 2008) e alteração das datas de chegada e partida (Norris et al. 2004). Em contrapartida, outros estudos mostraram que manchas florestais urbanas podem oferecer vantagens para algumas espécies por prover recursos durante a migração (Matthews & Rodewald 2010). Um outro aspecto que tem sido abordado nos estudos do hemisfério Norte é que, de uma forma geral em comparação às espécies residentes, as aves migratórias são mais propensas a serem impactadas pela urbanização. Essa diferença pode se dever ao fato das aves migratórias serem, geralmente, mais especialistas em habitat, enquanto que as aves residentes têm uma capacidade melhor de responder às

flutuações de disponibilidade de recursos (Martin & Fahrig 2018; Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors 2009).

Na região Neotropical, especialmente no Brasil, poucos estudos avaliaram os efeitos da urbanização sobre as aves e quais variáveis ambientais e antrópicas podem ter maior influência sobre a riqueza e abundância das espécies (Fontana et al. 2011; Pena et al. 2017; Souza et al. 2019; da Silva et al. 2020). Ademais, apesar das estimativas serem de quase 200 espécies de aves que realizam movimentos migratórios no Brasil (Somenzari et al. 2018), pouco se sabe sobre ecologia e biologia dessas espécies, principalmente em ambientes antropizados. Ou ainda, se aves migratórias e residentes são impactadas de maneiras diferentes pela urbanização, como é o padrão encontrado para o Hemisfério Norte.

Aves migratórias no Brasil

A migração é o movimento direcional, regular e sazonal de um grande contingente de indivíduos de uma espécie, de uma determinada localidade para outra (Begon et al. 1990). Esse movimento anual das aves geralmente envolve um sítio de reprodução e outro de invernada ou repouso reprodutivo (Schüz et al. 1971; Webster et al. 2002) e permite que elas busquem recursos em localidades distantes (Sick 1983; Joseph & Stockwell 2000). No entanto, movimentos migratórios e uso das áreas de invernada ou reprodução podem ser fortemente impactados por alterações ambientais de origem antrópica, tais como a urbanização (Wilson et al. 2018; Bonnet-Lebrun et al. 2020).

No planeta existem diversos sistemas migratórios conhecidos para as aves (Newton 2008). Na região Neotropical são encontradas espécies migrantes neárticos (Hayes 1995), no qual os indivíduos reproduzem na América do Norte e migram para o sul para passar o período de invernada (*e.g.* Newton, 2008; Greenberg & Marra, 2004); migrantes altitudinais, no qual qualquer espécie de ave ou população da espécie migra regularmente de uma altitude para outra (Hayes 1995; Barçante et al. 2017); e os migrantes neotropicais-austrais, onde as espécies se reproduzem na região continental temperada da América do Sul e migram para o norte do continente durante o inverno austral (Cueto & Jahn 2008). O sistema neotropical-austral é o terceiro maior sistema migratório em número de espécies conhecido (Chesser 1994) e também um dos menos estudados. Estimativas indicam que cerca de 220 espécies realizam esse tipo de movimento migratório (Chesser 1994).

Considerando todas as aves migratórias neotropicais austrais, cerca de um terço são da família Tyrannidae, porém pouco ainda se conhece sobre os diversos aspectos da história natural dessas espécies. Estudos sobre aves migratórias no Brasil começaram na década de 80 dando início ao entendimento sobre a migração no país (Sick 1983; Antas 1986; Stotz et al. 1992), porém apenas alguns estudos focaram em espécies da família Tyrannidae (Erickson 1982; Marini & Cavalcanti 1990). Nos últimos 20 anos apesar de novos estudos sobre aves migratórias da família Tyrannidae terem surgido (e.g. Joseph & Stockwell 2000; Joseph et al. 2003; Alves 2007; Areta & Bodrati 2008; Jahn et al. 2013; Guaraldo et al. 2016; Bejarano & Jahn 2018) muitas espécies relativamente comuns, ou mesmo abundantes, têm sua biologia e ecologia pouco ou nada conhecidas.

História natural e ecologia das aves migratórias neotropicais austrais em ambientes urbanos

As aves migratórias neotropicais austrais são conhecidas por se reproduzirem principalmente em ambientes abertos (Chesser 1994; Chesser & Levey 1998; Bejarano & Jahn 2018), o que não significa necessariamente que também não sejam afetadas por eventual falta de recursos, tal como baixa cobertura vegetal e arbórea (Cockle et al. 2010; Amaya-Espinel & Hostetler 2019) ou mesmo a urbanização (Wilson et al. 2018). Por serem abundantes, amplamente distribuídas e muitas dependerem de áreas florestais (Fitzpatrick 2004), as aves da família Tyrannidae podem ser bons indicadores para entendermos se os padrões do efeito da urbanização encontrados no hemisfério norte sobre as aves migratórias também se aplicam aos migrantes neotropicais austrais.

Para se entender os efeitos da urbanização sobre as aves migratórias, é essencial conhecer seus requerimentos ecológicos, como elas utilizam o habitat e o tamanho de sua área de vida. Com relação a habitat e área de vida, ou seja, o espaço usado pelo indivíduo durante suas atividades diárias (Burt 1943, Brown & Orians 1970, Powell 2000), é esperado que atenda às necessidades básicas da espécie (Hutto 1985). Portanto, quando a disponibilidade de recursos na área de vida é afetada, pode ocorrer maior competição por recursos, diminuindo, por exemplo, as chances de sucesso reprodutivo das espécies (Greenberg 1986).

Outro aspecto de história natural pouco conhecido ou documentado sobre essas espécies é se elas apresentam fidelidade aos sítios reprodutivos. Atualmente, entre as cerca de 220 espécies

de migrantes neotropicais austrais, apenas para 10 espécies há documentação de que podem retornar para o mesmo local de reprodução de anos anteriores após a migração (McNeil 1982; Rumboll et al. 2005; Brown et al. 2007; Jahn et al. 2009). Esse fenômeno é, possivelmente, muito mais difundido entre as espécies do que tem sido documentado. De fato, existem benefícios claros para as aves apresentarem fidelidade ao local de reprodução, geralmente relacionados ao fato do indivíduo ter conhecimento prévio do local. Em geral, se um território apresenta recursos de boa qualidade, é presumivelmente mais vantajoso que a ave retorne ao local ao qual está familiarizado do que procurar e defender um novo território (Bollinger & Gavin 1989; Greenwood 1980).

O conhecimento prévio da área dá ainda vantagem nas interações competitivas com outros indivíduos, pois os tornam mais capazes de defender seus locais de alimentação e nidificação contra possíveis competidores. No entanto, essas interações só são vantajosas quando a qualidade do ambiente compensa o retorno (Black 1996). Portanto, é importante entender em que condições as manchas verdes urbanas podem fornecer habitat para as aves migratórias e a manutenção da biodiversidade em longo prazo.

Ciência cidadã no Brasil

Entender os diversos fatores que afetam as aves residentes e migratórias em ambientes urbanos em um país como o Brasil, que tem uma rica biodiversidade e dimensões continentais, é oneroso e difícil. Nesse contexto emerge a ciência cidadã moderna, que permite a todo cidadão acadêmico ou não acadêmico contribuir com o conhecimento de diversos aspectos ecológicos importantes das aves (Silvertown 2009; La Sorte et al. 2017; McKinley et al. 2017). Dados de observação de aves são frequentemente coletados com ajuda de aplicativos e depositados em banco de dados online, como eBird e WikiAves, que fornecem oportunidade de dados para pesquisas acadêmicas. No Brasil, alguns estudos nos últimos 5 anos têm utilizado dados de ciência cidadã para conhecer diferentes aspectos da migração das espécies (Lees & Martin 2015; Lees 2016; Schubert et al. 2019; Somenzari et al. 2018). A coleta de dados por cidadãos cientistas pode, portanto, ser uma importante ferramenta para o conhecimento das aves migratórias (Hochachka et al. 1999; Lees 2016), principalmente em centros urbanos onde as observações das espécies costumam ser mais acessíveis.

No Brasil, os efeitos da urbanização sobre as aves (Fontana et al. 2011; Toledo et al. 2011; Pena et al. 2017; Souza et al. 2019) ou o comportamento migratório das espécies (Lees & Martin 2015; Lees 2016; Jahn et al. 2016; Lees 2016; Somenzari et al. 2018; Bejarano & Jahn 2018; Schubert et al. 2019) são assuntos ainda pouco explorados, sendo que nenhum estudo investigou o impacto da urbanização nas aves migratórias neotropicais austrais. Esse é, portanto, o primeiro estudo que investiga o comportamento de aves migratórias neotropicais austrais em ambientes urbanos e seus impactos, e que sugere novas direções para estudos com aves migratórias que utilizam áreas verdes urbanas.

Os estudos existentes sugerem que o comportamento e ecologia das aves são influenciados pela composição da paisagem, sendo que em paisagem urbana os efeitos podem ser ainda mais complexos. Assim, a hipótese central dessa tese é que a riqueza, ecologia e comportamento das aves migratórias neotropicais austrais são afetadas em diferentes níveis pela urbanização. Para testar essa hipótese, o estudo dessa tese objetivou entender como a urbanização pode afetar as aves migratórias neotropicais austrais que usam manchas verdes urbanas da Mata Atlântica brasileira. Esse objetivo geral foi dividido em quatro objetivos específicos: 1) Avaliar as respostas das aves a um conjunto de atributos de cobertura do solo na paisagem urbana da cidade de São Paulo; 2) Descrever o habitat e a área de vida do tiranídeo migratório *Myiodynastes maculatus solitarius* em um parque urbano da Mata Atlântica; 3) Verificar se os tiranídeos migratórios têm fidelidade de sítio reprodutivo, e se sexo, habitat ou condição corpórea afetam uma possível fidelidade de sítio; e 4) Revisar o desenvolvimento da ciência cidadã e sua contribuição para a ornitologia no Brasil, bem como conhecer, através dessa fonte de dados, a agenda migratória e os requisitos mínimos de habitat de quatro espécies de aves migratórias Neotropicais austrais no Brasil

Referências bibliográficas

- Alberti, M., E. Botsford, & Cohen, A. (2001). Quantifying the urban gradient: Linking urban planning and ecology. In: J. M. Marzluff, R. Bowman and R. Donnelly (eds), Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Alves (2007). Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15 (2) 231-238.
- Amaya-Espinel, J.D., & Hostetler, M.E. (2019). The value of small forest fragments and urban tree canopy for Neotropical migrant birds during winter and migration seasons in Latin American countries: A systematic review. *Landscape and Urban Planning*, 190: 103592. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103592
- Antas, P.T.Z. (1987). Migração de aves no Brasil. Anais do II Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, Brazil.
- Areta, J.I. & Bodrati, A. (2008). Movimientos estacionales y afinidad filogenética de la Viudita Coluda (*Muscipipra vetula*). *Ornitología Neotropical*, 19: 201-211.
- Begon, M., Harper, J.L., & Townsend, C.R. (1990). *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications.
- Bejarano, V., & Jahn, A. E. (2018). Relationship between arrival timing and breeding success of intra-tropical migratory Fork-tailed Flycatchers (*Tyrannus savana*). *Journal of Field Ornithology*, 89(2): 109-116.
- Black, J.M. (ed.) (1996). *Partnerships in birds. The study of monogamy*. Oxford, University Press.
- Blake, J.G., & Karr, J.R. (1987). Breeding birds of isolated woodlots: Area and habitat relationships. *Ecology*, 68(6): 1724–1734.
- Bolger, D. (2001). Urban birds: population, community, and landscape approaches, p. 155-177. In: J. M. Marzluff, R. Bowman, and R. Donnelly [EDS.], *Avian ecology*.
- Bollinger E.K. & Gavin T.A. (1989). The effects of site quality on breeding-site fidelity in bobolinks. *The Auk*, 106: 584-594.
- Bonnet-lebrun, A.S., Manica, A., & Rodrigues, A.S.L. (2020). Effects of urbanization on bird. *Biological Conservation*, 244: 108423. doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108423.

- Brown, J.L. & Orians G.H. (1970). Spacing patterns in mobile animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1: 239–262.
- Brown, C.E., Anderson, C.B., Ippi, S., Sherriffs, M.F., Charlin, R., Mcgehee, S. & Rozzi, R. (2007). The autecology of the Fio-Fio (*Elaenia albiceps* Lafresnaye & D’Orbigny) in subantarctic forests of the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 35(2): 29-40.
- Brumm, H. (2004). The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology*, 73, 434–440 and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic, New York, NY.
- Burt, W.H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24: 346–352.
- Chesser, R.T. (1994). Migration in South America: an overview of the austral system. *Bird Conservation International*, 4: 91-107.
- Chesser T. & Levey, D.J. (1998). Austral migrants and the evolution of migration in New World birds: diet, habitat, and migration revisited. *American Naturalist*, 152: 311-319.
- Cockle, K.L., Martin, K. & Drever, M. C. (2010). Supply of tree-holes limits nest density of cavity-nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic forest. *Biological Conservation*, 143: 2851-2857
- Cueto, V.R., & Jahn, A.E. (2008). Sobre la necesidad de tener un nombre estandarizado para las aves que migran dentro de América del Sur. *Hornero*, 23(1): 1-4.
- Erickson, H.T. (1982). Migration of the Fork-tailed Flycatcher through southeastern Brazil. *America Birds*, 36(2): 136-138.
- Evans, B.S., Reitsma, R., Hurlbert, A.H., & Marra, P.P. (2018). Environmental filtering of avian communities along a rural-to-urban gradient in Greater Washington, DC, USA. *Ecosphere*, 9(11): e02402. 10.1002/ecs2.2402
- Fitzpatrick, J. W. (2004). Family Tyrannidae (Tyrant-flycatchers). In: Del Hoyo, J.; Elliot, A.; Christie, D. *Handbook of the birds of the World: Cotingas to Pipits and Wagtails*. Vol. 9. Barcelona: Lynx Editions, 170-462.
- Fontana, C.S., Burger, M.I. & Magnusson, W.E. (2011). Bird diversity in a subtropical South-American City: effects of noise levels, arborisation and human population density. *Urban Ecosystems*, 14: 341-360.

- Greenberg, R. (1986). Competition in migrant birds in the nonbreeding season. *Current Ornithology* 3: 281–307.
- Greenwood, P. J. (1980). Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal behaviour*, 28(4): 1140-1162.
- Guaraldo, A.C., Kelly J.F, Marini, M.A. (2016). Contrasting annual cycles of an intratropical migrant and a tropical resident bird. *Journal of Ornithology*, 157: 695–705.
- Hayes, F.E. (1995). Definitions for migrant birds: what is a Neotropical migrant? *The Auk* 112: 521-523.
- Hochachka, W.M., Wells, J.V., Rosenberg, K.V., Tessaglia-Hymes, D.L. & Dhondt, A.A. (1999). Irruptive migration of common redpolls. *The Condor*, 101: 195–204.
- Hutto, R.L. (1985). Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds, p. 455–476. In: Cody M.L. (ed.). *Habitat selection in birds*. New York: Academic Press
- Husté, A. & Boulinier, T. (2011). Determinants of bird community composition on patches in the suburbs of Paris, France. *Biological Conservation*, 144(1): 243–252.
- Jahn, A.E., Cueto, V.R., Sagario, M.C., Mamani, A.M., Vidoz, J.Q., Casenave, J.L. & DI Giacomo, A.G. (2009). Breeding and winter site fidelity among eleven Neotropical austral migrant bird species. *Ornitologia Neotropical*, 20: 275–283.
- Jahn, A.E., Levey, D.J., Cueto V.R., Ledezma, J.P., Tuero, D.T., Fox, J.W. & Masson, D. (2013). Long-distance bird migration within South America revealed by light-level geolocators. *The Auk*, 130: 223-229
- Jahn, A.E., Seavy, N.E, Bejarano, V., Guzmán, M.B., Provinciatio, I.C., Pizo, M.A. & MACPHERSON, M. (2016). Intra-tropical migration and wintering areas of Fork-tailed Flycatchers (*Tyrannus savana*) breeding in São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24(2).
- Joseph, L., Wilke, T. & Alpers, D. (2003). Independent evolution of migration on the South American landscape in a long-distance temperate-tropical migratory bird, Swainson's Flycatcher *Myiarchus swainsoni*. *Journal of Biogeography*, 30: 925-937.
- Joseph, L. & Stockwell, D. (2000). Temperature-based models of the migration of Swainson's Flycatcher (*Myiarchus swainsoni*) across South America: A new use for museum specimens of migratory birds. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 150: 293-300.

- La Sorte, F.A., Fink, D., Blancher, P.J., Rodewald, A.D., Ruiz-Gutierrez, V., Rosenberg, K.V., Hochachka, W.M., Verburg, P.H. & Kelling S. (2017). Global change and the distributional dynamics of migratory bird populations wintering in Central America. *Glob Chang Biol.* <https://doi.org/10.1111/gcb.13794>
- Lees, A.C. (2016). Evidence for longitudinal migration by a “sedentary” Brazilian flycatcher, the Ash-throated Casiornis. *Journal of Field Ornithology*, 87(3): 251-259.
- Lees, A.C. & Martin, R.W. (2014). Exposing hidden endemism in a Neotropical forest raptor using citizen science. *Ibis*: 157, 103–114. doi.org/10.1111/ibi.12207
- Loss, S.R., Ruiz, M.O. & Brawn, J.D. (2009). Relationships between avian diversity, neighborhood age, income, and environmental characteristics of an urban landscape. *Biological Conservation*, 142: 2578–2585.
- Marini, M.Â. & Cavalcanti, R.B. (1990). Migrações de *Elaenia albiceps chilensis* e *Elaenia chiriquensis arbivertex* (Aves: Tyrannidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 6: 59-66.
- Martin, A.E. & Fahrig, L. (2018). Habitat specialist birds disperse farther and are more migratory than habitat generalist birds. *Ecology*, 99 (9): 2058–2066. doi.org/10.1002/ecy.2428
- Matthews, S. & Rodewald, P. (2010). Urban forest patches and stopover duration of migratory Swainson’s thrushes. *Condor*, 112: 96-104.
- Mckinley, D.C., Miller-Rushing, A.J., Ballard, H.L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S.C., Evans, D.M., French, R.A., Parrish, J.K., Phillips, T.B., Ryan, S.F., Shanley, L.A., Shirk, J.L., Stepenuck, K.F., Weltzin, F.G., Wiggins, A., Boyle, O.D., Briggs, R.D., Chapin III, S.F.C., Hewitt, D.A., Preuss, W.P. & Soukup M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation* 208: 15-28.
- Mcneil, R. (1982). Winter resident repeats and returns of austral and boreal migrant birds banded in Venezuela. *Journal Field Ornithology*, 53(2): 125-132.
- Metzger, J.P. (2006). Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. *Natureza & Conservação*, 4:11-23.
- Newton, I. (2008). *The migration ecology of birds*. Academic Press, London.

- Norris, R.D., Marra, P.P., Kyser, T.K., Sherry, T.W., & Ratcliffe, L.M. (2004). Tropical winter habitat limits reproductive success on the temperate breeding grounds in a migratory bird. *Biological Sciences*, Vol. 271, 1534: 59-64
- Pena, J.C.C., Martello, F., Ribeiro, M.C., Armitage, R.A., Young, R.J. & Rodrigues, M. (2017) Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. *PLoS ONE* 12(3).
- Powell, R.O. (2000). Animal home ranges and territories and home range estimators. In: Pearl M.C. (ed.). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. New York: Columbia University Press.
- Ortega-Álvarez, R. & Macgregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, *Landscape and Urban Planning*, 90:189–195
- Rodewald, A.D. & Bakermans, M.H. (2006). What is the appropriate paradigm for riparian forest conservation? *Biological Conservation*, 128: 193–200.
- Rodewald, A.D. & Shustack, D.P. (2008). Urban flight: understanding individual and population-level responses of Nearctic-Neotropical migratory birds to urbanization. *Journal of Animal Ecology*, 77: 83-91
- Rumboll, M., P. Capllonch, Lobo R. & Punta G. (2005). Sobre el anillado en la Argentina: recuperaciones y recapturas. *Nuestras Aves* 50: 21–24.
- Sick, H (1983) *Migrações de aves na América do Sul Continental*. Publicação Técnica no. 2, CEMAVE – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília, DF.
- Schubert, S.C., Manica, L.T. & Guaraldo, A.C. (2019): Revealing the potential of a huge citizen-science platform to study bird migration, *Emu - Austral Ornithology*, DOI: 10.1080/01584197.2019.1609340
- Silva, B.F., Pena, J.C, Viana-Junior, A.B, Vergne, M. & Pizo, M.A. (2020). Noise and tree species richness modulate the bird community inhabiting small public urban green spaces of a Neotropical city. *Urban Ecosystems*, DOI: 10.1007/s11252-020-01021-2.
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution* 24(9): 467-471.
- Somenzari, M., et al. (2018) A review of Brazilian migratory birds. *Pap. Avulsos Zool.* 58: 1– 66.
- Souza, F.L., Valente-Neto, F., Severo-Neto, F., Bueno, B., Ochoa-Quintero, J.M., Laps, R.R., Bolzan, F. & Roque, F.O. (2019). Impervious surface and heterogeneity are opposite drivers to maintain bird richness in a Cerrado city. *Landscape and Urban Planning* 192: 103643.

- Stotz, D.F., Bierregaard, R.O., Cohn-Haft, M., Petermann, P., Smith, J., Wittaker, A. & Wilson, S.V. (1992). The Status of North American Migrants in Central Amazonian Brazil. *The Condor*, 94 (3): 608–621, DOI: 10.2307/1369246
- Tewksbury, J.J., Garner, L., Garner, S., Lloyd, J.D., Saab, V. & Martin T.E. (2006). Tests of landscape influence: nest predation and brood parasitism in fragmented ecosystems. *Ecology* 87: 759-768
- Toledo, M.C.B., Donatelli, R.J. & Batista, G.T. (2011). Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosyst*, 15:111-131.
- Webster, M.S., Marra, P.P., Haig, S.M., Bensch, S. & Holmes, R.T. (2002). Links between worlds: unraveling migratory connectivity. *Trends in Ecology & Evolution*, 17: 76-83.
- Wilson, S., Saracco, J.F., Krikun, R., Flockhart, D.T.T., Godwin, C., and Foster, K.R. (2018). Drivers of demographic decline across the annual cycle of a threatened migratory bird. *Scientific Reports*, 8:7316. [Doi: 10.1038/s41598-018-25633-z](https://doi.org/10.1038/s41598-018-25633-z)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse estudo aumentaram nosso entendimento de quais características da paisagem urbana, na Mata Atlântica brasileira, têm maiores impactos nas aves migratórias e residentes, bem como revelaram informações inéditas sobre espécies de aves migratórias neotropicais austrais. As análises mostraram que o uso de áreas verdes urbanas pelas aves migratórias e residentes são afetadas negativamente pelo alto índice de ruído e a distância dos corpos d'água (Capítulo 1). Os efeitos da urbanização também dependem das características ecológicas da espécie, como a área de vida ou suas demandas de habitat, e dados provenientes de ciência cidadã podem nos ajudar a conhecer melhor esses efeitos.

A composição da paisagem é importante preditor do uso das manchas verdes pelas aves, sendo que em paisagens urbanas o índice de ruído e a distância dos corpos d'água mostraram ter efeitos mais forte nos padrões de riqueza das aves, do que outras cobertura arbórea, áreas impermeáveis e densidade populacional humana. Quando observado separadamente a riqueza de espécies migratórias foi mais fortemente afetada pelo nível de ruído urbano, enquanto que as residentes pela distância de corpos d'água. Além disso, diferente do que é encontrado no Hemisfério Norte, aves migratórias e residentes foram afetadas de maneira similar aos efeitos da urbanização na Mata Atlântica. Essa diferença pode se dar potencialmente devido à baixa especificidade ao habitat que caracteriza os migrantes neotropicais. Em contraste ao que ocorre com muitas aves migratórias que se reproduzem em latitudes temperadas do Norte, que ocupam as florestas, a maioria das espécies de aves migratórias neotropicais austrais usa mais frequentemente habitats abertos e bordas de mata e, portanto, pode ter mais propensão a se adaptarem a ambientes urbanos.

Para os tiranídeos migratórios neotropicais austrais, a fidelidade de sítio reprodutivo, tamanho da área de vida e demanda de habitat também podem ser afetadas pela urbanização (Capítulo 3). Indivíduos que estão em ambientes rurais apresentaram maiores taxas de retorno para uma mesma área em comparação com aqueles que estão na área urbana. Adicionalmente, a fidelidade de sítio parece estar relacionada a outras características das aves, tais como condição corpórea e o sexo do indivíduo. Os machos de *Tyrannus savana* parecem ser mais fiéis a um local de reprodução do que as fêmeas, fator que provavelmente é devido a uma maior familiaridade com o espaço físico e os recursos locais. Além disso, quanto mais estruturas urbanas são encontradas na área verde onde essas aves reproduzem, maior poderá

ser sua área de vida. Existe uma demanda mínima de habitat, como por exemplo para o bem-te-vi-rajado (*Myiodynastes maculatus solitarius*), apesar de sua área de vida ser de em média de 5,4 hectares, ele não é encontrado em áreas verdes menores do que 10 hectares na cidade de São Paulo. Já espécies como o príncipe (*Pyrocephalus rubinus*) precisam de uma área de 5 hectares, o peitica (*Empidonomus varius*) 1 hectare e a tesourinha (*Tyrannus savana*) pode ser encontrada mesmo em ruas mais arborizadas. Essas informações sobre demanda de habitat, assim como data de chegada e partida das aves migratórias, foram possíveis através de dados de ciência cidadã.

No Brasil a ciência cidadã tem sido notavelmente bem-sucedida no avanço do conhecimento científico sobre as aves e artigos científicos diversos estão sendo gerados (Capítulo 4). Para as aves migratórias, esses dados ainda podem contribuir para o conhecimento de suas necessidades de habitat ou mesmo dados ecológicos e de história natural, como região de nidificação, agenda migratória e itens alimentares. A ciência colaborativa pode ser uma importante ferramenta para contribuir com nosso entendimento sobre diversos aspectos biológicos e ecológicos das aves migratórias, principalmente em áreas urbanas onde grande parte dos observadores de aves estão concentrados.

Esse trabalho veio para contribuir com o aumento do conhecimento sobre as aves migratórias no Brasil, fornecendo dados sobre história natural e ecologia de algumas espécies em áreas urbanas. Muitos estudos ainda são necessários para que possamos entender a migração das aves neotropicais, inclusive estudos de monitoramento das espécies, uma vez que muitas espécies consideradas residentes podem ser migratórias totais ou parciais. Áreas urbanas estão mais susceptíveis a alterações rápidas em comparação com áreas de floresta, e as aves migratórias estão mais sujeitas a essas mudanças, pois podem se deparar com a perda de habitat logo após voltarem de migração. Por exemplo, espécies que usam cavidades para nidificar, como o bem-te-vi-rajado, têm que procurar um novo local quando uma árvore que era utilizada como ninho é retirada deliberadamente por ação humana, acarretando atraso ou até mesmo perda do período reprodutivo.

Ainda que a urbanização elimine espécies de aves mais sensíveis a urbanização, as pequenas manchas verdes podem servir de abrigo, refúgio ou mesmo local de passagem para aves dentro da matriz urbana, particularmente a espécies são menos sensíveis às perturbações humanas. Essas manchas podem abrigar espécies nativas e representar um habitat, temporário ou permanente, devendo ser vistos como elementos fundamentais para conservação da

biodiversidade. Portanto, com o intuito de implementar iniciativas de conservação de modo mais efetivo, é necessário um maior foco nos diferentes componentes do mosaico da paisagem urbana e não apenas nos remanescentes de floresta. Sob esse aspecto, a gerência e manejo dos parques urbanos devem ainda levar em conta características como baixo ruído, oferta de recurso hídrico e cobertura arbórea para um ambiente saudável e equilibrado para as aves e mesmo para os seres humanos.