



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
Faculdade UnB Planaltina – FUP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA

MAYARA MACHADO GUIMARÃES

**A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA E DO RUÍDO
SOBRE A AVIFAUNA DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA**

Brasília, 24/2/2020



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
Faculdade UnB Planaltina – FUP
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCA

MAYARA MACHADO GUIMARÃES

A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA E DO RUÍDO SOBRE A AVIFAUNA DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Rodrigo Studart Corrêa - Ph.D
Coorientador: João Carlos de Castro Pena - D.Sc.

Brasília, 24/2/2020

MAYARA MACHADO GUIMARÃES

Dissertação de Mestrado

**A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA E DO RUÍDO
SOBRE A AVIFAUNA DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA**

Banca Examinadora

Prof. Rodrigo Studart Corrêa - Ph.D

Presidente da Banca

Prof. Renato Caparroz– D.Sc

Membro Interno

Prof. Ricardo Bomfim Machado - D.Sc

Membro Externo

Mi Machado Guimarães, Mayara
A influência da arborização urbana e do ruído sobre a
avifauna do Plano Piloto de Brasília / Mayara Machado
Guimarães; orientador Ph.d. Rodrigo Studart Corrêa; co
orientador D.Sc. João Carlos de Castro Pena. -- Brasília,
2020.
92 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Ambientais)
- Universidade de Brasília, 2020.

1. cidade. 2. urbanização. 3. rua. 4. poluição sonora.
5. aves. I. Studart Corrêa, Ph.d. Rodrigo, orient. II. de
Castro Pena, D.Sc. João Carlos , co-orient. III. Título.



Fotos: Guimarães, M.M

*Dedico à minha família pelo carinho,
incentivo e amor em todos os
momentos.*

*(...). Entendo bem o sotaque das águas.
Dou respeito às coisas desimportantes e aos seres desimportantes.
Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade das tartarugas mais que as dos mísseis.
Tenho em mim esse atraso de nascença.
Eu fui aparelhado para gostar de passarinhos.
Tenho abundância de ser feliz por isso. (...)*

Manuel de Barros - O apanhador de desperdícios

AGRADECIMENTOS

A Deus por durante minhas idas no Eixão ter-me dado saúde e proteção. Ao meu orientador Rodrigo Studart Corrêa, que mesmo sem me conhecer aceitou prontamente o desafio de me orientar, pela paciência, pela confiança, amizade e dedicação em todos os momentos desta pesquisa. Obrigada, você tem minha eterna admiração e gratidão. Ao meu co-orientador João Carlos de Castro Pena, que mesmo distante, não mediu esforços para que este trabalho desse certo. A sua dedicação, ideias, apoio, amizade e confiança foram fundamentais para o sucesso do trabalho. A orientação de ambos foi vital para o desenvolvimento desta dissertação, e só tenho a agradecer pelo empenho dos dois.

Ao Prof. Antônio Felipe Couto Júnior, pelas dicas sempre valiosas que agregaram ainda mais valor ao trabalho. A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) pelos ensinamentos e por suas aulas maravilhosas. Aos Profs. Ricardo B. Machado e Roberto Cavalcanti pelas valiosas contribuições e sugestões para realização desta pesquisa. Aos Profs. Ricardo, Alexandre Nascimento e Renato Caparroz pelo aceite ao convite em compor a banca examinadora. À Natanna, por auxiliar no levantamento florístico no Eixão.

Agradeço a todos os amigos queridos que deram muito suporte emocional. Ao amigo, Johnny por me acompanhar no Eixão e com seu carisma melhorar cada momento. Ao amigo Mário Lima da Engenharia Florestal, pela amizade e auxílio com os dados arbóreos. Aos amigos que fiz no PPGCA, Gleicon, Gustavo, Daniela, Sérgio e Nayara, pela ajuda nas etapas do mestrado. À minha sogra Neocy Perry pela ajuda com a tradução em inglês. À Lorry Borges, pela ajuda nas dormidas, apoio todas as horas, pela força, amizade, o carinho que tem comigo. À Camila Martini, pelo apoio, amizade e incentivo em todos os momentos. Obrigada, minhas amigas e irmãs. A todos os amigos não mencionados, mas que também auxiliaram e fizeram parte desse momento. Muito obrigada!

Aos meus pais José Machado Guimarães e Janete Pereira Machado Guimarães, pelo grande amor que me dedicam, por estarem sempre ao meu lado e por não medirem esforços para auxiliar meu crescimento profissional. Obrigada por todo apoio financeiro, mesmo com todas as dificuldades dentro de casa. Amo vocês!

Às minhas irmãs Monique e Michele, por serem minhas grandes amigas e parceiras de todas as horas. Aos meus sobrinhos José Vitor, Luiz Miguel e Pedro Leonardo, por entenderem a ausência da tia e respeitarem meus momentos de estudo. Ao meu namorado Pablo Ferrari, pela paciência, apoio, amor e por acreditar na minha capacidade. Às minhas avós Lourdes e Maria, pelo amor e orgulho que sentem de mim. A toda minha família que mesmo distante torce pelo meu sucesso!

Obrigada as aves e a todos!

SUMÁRIO

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xii
Resumo Geral	xiii
General Abstract	xiv
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
1.1 A influência da urbanização sobre a avifauna	15
1.2 A influência da arborização sobre a avifauna	16
1.3 A influência do ruído sobre a avifauna	18
1.4 Lacunas do conhecimento	20
1.5 Objetivos e Hipóteses	23
1.5.1 Objetivo Geral	23
1.5.2 Objetivos Específicos	23
1.5.3 Hipóteses	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1 Área de Estudo	25
2.2 Amostragem das espécies arbóreas plantadas nos canteiros que ladeiam o Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão)	27
2.3 Amostragem dos pontos de contagem de aves	29
2.4 Amostragem do ruído	32
2.5 Análises dos Dados	33
3 CAPÍTULO I	37
3.1 Resultados	37
3.2 Discussão	43
3.3 Conclusão	49
4 CAPÍTULO II	50
4.1 Resultados	50
4.2 Discussão	63
4.3 Conclusão	70
5 REFERÊNCIAS	72

6 ANEXO – Imagens dos Pontos Fixos..... 88

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1. Localização geográfica do Plano Piloto de Brasília, Distrito Federal-Brasil. Em destaque a área de estudo (Eixo Rodoviário Norte-Sul). Tracejada linha sólida preta corresponde a parte Asa Norte e tracejado em linha pontilhada a Asa Sul. Projeção: SRC, Datum: SIRGAS 2000..... 26
- Figura 2.2. Imagem parcial do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília e de seus canteiros laterais arborizados. Foto: Rodrigo Studart Corrêa..... 27
- Figura 2.3. Mapeamento com os pontos usados e a área do levantamento florístico (em amarelo) 28
- Figura 2.4. Localização geográfica e distribuição dos 32 pontos de contagem com destaque os canteiros do Eixão..... 30
- ..
- Figura 2.5. Desenho esquemático do critério de anotações das aves visualizadas durante a amostragem dos pontos. Edição: Guimarães, M.M. Imagens: <<https://www.istockphoto.com/br/ilustrações-de-acervo>>..... 31
- Figura 2.6: Imagens do Eixão N/S. (A): Final de semana (domingo) sem o tráfego de veículos (com ruído reduzido) ; (B): Durante a semana (quarta-feira) com o tráfego de veículos (com ruído elevado). Foto: Guimarães, M. M..... 32
- Figura 2.7. Imagens do ponto 19. (A) corresponde aos meses de seca dos períodos: 1(set-out 2018), 5 (jun-jul 2019) e 6 (ago-set 2019); (B) corresponde aos meses de chuva dos períodos: 2 (dez 2018-jan 2019), 3 (fev-mar 2019) e 4 (abr –mai 2019). Foto: (A) Guimarães, M. M/ agosto de 2019;(B) Guimarães, M.M. maio de 2019..... 34
- Figura 3.1. Curva de acumulação de espécies por randomização com 1000 permutações das amostras das espécies de aves do Eixão N/S. Em vertical os boxplot gerados a partir dos valores desvio padrão e média..... 38
- Figura 3.2. Rank da abundância demonstrando que poucos foram as espécies com mais de 150 indivíduos. (1) *Furnarius rufus*, (2) *Columba livia*, (3) *Brotogeris chiriri*, (3) *Pitangus sulphuratus* e (5) *Mimus saturninus*. Ilustrações das aves: Handbook of the Birds of the World Alive..... 38
- Figura 3.3. Diversidade de Shannon (H') das aves amostradas na área de estudo..... 39
- Figura 3.4. Uma rua urbana tem diversas limitações, mas foram atrativos para muitas espécies de aves. Entre elas: (A) *Furnarius rufus* construindo ninho; (B). As flores de *Tabebuia sp.* sendo atrativo para *Eupetionema macroura* na época de inverno; (C) *Brotogeris chiriri* alimentando de frutos de *Ceiba speciosa* uma espécie de dispersão anemocórica

(ALENCAR, 2008); (D) E <i>Syzygium cumini</i> uma árvore exótica (LIMA e SILVA-JÚNIOR, 2010), mas que serviu de alimento para <i>Pitangus sulphuratus</i>	47
Figura 4.1. Relação entre o número de indivíduos de árvores e do número de indivíduos de aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).....	58
Figura 4.2. Relação entre o número de espécies de árvores decíduas e do número de indivíduos de aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).....	58
Figura 4.3. Relação entre o número de espécies de árvores decíduas e do número de árvores autocóricas e diversidade aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).....	59
Figura 4.4. Diferença entre o número de indivíduos, número de espécies, diversidade de aves que pousaram nas árvores (PA) em relação à sazonalidade (seca e chuva).....	59
Figura 4.5. Demonstração das diferenças significativas entre os decibéis mensurados com ruído elevado e reduzido. Os valores dos dias com menor ruído foram menores que os valores com maior ruído tanto para o máximo e mínimo decibel (dB).....	61
Figura 4.6. Diferença entre o número de indivíduos, número de espécies, diversidade de aves que pousaram nas árvores (PA) com ruído reduzido e com ruído elevado.....	61
Figura 4.7. As diferenças significativas ($p < 0,05$) com ruído elevado e com ruído reduzido em relação aos critérios de anotação das aves (Pouso na árvore – PA; Pouso no chão – PC; Forrageio – FO e Nidificação – NI. O ruído reduzido exerceu influência positiva na avifauna do Eixão.....	62

LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1. Os pontos de contagem usados para o levantamento florístico. Cada ponto é representado pela sua respectiva Parcela/Quadras. (N) Norte; (S) Sul..... 28
- Tabela 3.1. As aves que foram observadas nos canteiros do Eixão. Abundância é número total de indivíduos. Frequência é o número de pontos que as espécies ocorreram. (A) espécies aquáticas que habitam rios, lagos, brejos e ambientes alagáveis; (C) espécie restrita de ambiente campestre (cerrado stricto sensu) e áreas abertas; (C_F) espécies de ambiente campestre e áreas abertas, mas que usam formações florestais; (F) espécie restrita de formações florestais; (F_C) espécies de formações florestais, mas que usam de *habitats* campestres e áreas abertas; (U) espécie adaptada ao ambiente urbano e (E) espécie exótica. (*) espécies comuns ou com razoável ocorrência; em cidade com árvores esparsas ou aglomeradas (jardins, pomares, praças e áreas residenciais arborizadas)..... 39
- Tabela 4.1. Espécies de aves registradas pousando nas árvores do Eixão Rodoviário de Brasília. Abundância de pousos significa o número total de indivíduos. Fru = Frugívoro; Gra = granívoro; Oni = Onívoro; Nec = Nectarívoro..... 51
- Tabela 4.2. Lista das espécies arbóreas amostradas no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília. Per – perene (folhas ao longo do ano); Dec- decídua ou caducifólia (perde as folhas na seca/inverno); Ane – anemocórica (dispersão por vento); Aut = autocórica (dispersão por gravidade); Zoo – zoocórica (dispersão por animais); Orn – ornitocórica (dispersão exclusiva por aves); Nativa/Cerrado (espécies nativas do bioma Cerrado); Nativa/outros (espécies nativas de outros biomas brasileiros) e Exótica (não-nativa). Ma= Mata Atlântica, Am =Amazônia, Ca = Caatinga, Pa = Pantanal..... 55
- Tabela 4.3. Valores das 10 parcelas/quadras do levantamento florístico. (NI) número de indivíduos, (NE) número de espécies, (DI) diversidade de árvores. (*) os valores do número de indivíduos de árvores foram significativos para os pousos das aves..... 58

RESUMO GERAL

A urbanização transforma os ecossistemas nativos e afeta negativamente a flora e a fauna. Apesar dos problemas, as aves podem fazer das cidades um refúgio e desempenhar funções ambientais no meio urbano. A arborização influencia positivamente a riqueza, diversidade e abundância de espécies de aves em áreas urbanas. Nesse cenário, Brasília é uma cidade parque, onde existem longos corredores formados por avenidas e ruas arborizadas. Um exemplo é o Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão), via de 14 km de extensão, que conecta as porções norte e sul da cidade, compondo um grande corredor verde. Este trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar a comunidade de aves presente no Eixão e avaliar a influência da arborização e dos níveis de ruído sobre a riqueza, abundância e diversidade da avifauna. As aves foram amostradas em 32 pontos fixos com ruído elevado e ruído reduzido. De posse dos dados obtidos em campo, calculou-se a riqueza, abundância e diversidade de aves, pousos no chão, pousos em árvores, forrageamento e nidificação. Utilizou-se teste de ANOVA de um fator para comparar os dados com os dias da semana. Em alguns locais onde foi realizado o levantamento das aves, foram descritas características da arborização viária: riqueza de espécies, abundância, diversidade, área basal e características funcionais (dispersão, deciduidade e origem). As informações florísticas foram pareadas com os dados da avifauna por meio de regressões simples. Os resultados mostraram que 86 espécies de aves pertencentes a 36 famílias habitam a área pesquisada. Houve um predomínio em abundância das espécies *Furnarius rufus*, *Columba livea*, *Brotogeris chiriri*, *Pitangus sulphuratus*. A maioria das espécies que frequenta o Eixão é generalista e oportunista, originária de áreas nativas campestres. A redução do ruído surtiu influenciou positivamente sobre as aves. Em contrapartida, o ruído influenciou negativamente a riqueza, abundância, diversidade de aves, forrageamento e pousos nas árvores. As abundâncias de pousos na árvore foram correlacionadas positivamente com a abundância de árvores. As aves do Eixão pousam preferencialmente em árvores decíduas e na estação seca. Esses resultados devem-se provavelmente à alta abundância de árvores com grande número de flores, como *Tabebuia rósea*, *Handroanthus serratifolius* e *Tabebuia rosealba*. Os resultados mostram que uma via rodoviária arborizada cruzando um centro urbano é capaz de abrigar uma parcela importante da diversidade de aves nativas do bioma em que a cidade se encontra e atenuar os efeitos da urbanização.

Palavras-chave: cidade, urbanização, rua, poluição sonora, aves, árvores

GENERAL ABSTRACT

Urbanization transforms natural ecosystems and negatively affects flora and fauna. Despite the problems, birds can make cities a haven and perform environmental functions in the urban environment. The trees positively influences the richness, diversity and abundance of bird species in urban areas. In this scenario, Brasília is a park city, where there are long corridors formed by avenues and tree-lined streets. An example is the Highway Pilot Plan of Brasília (Eixão), 14 km long, which connects the northern and southern portions of the city, making up a large green corridor. This work aimed to identify and characterize the bird community present in Eixão and to evaluate the influence of trees and noise levels on the richness, abundance and diversity of the avifauna. The birds were sampled at 32 fixed points on high noise and low noise. With the data obtained in the field, it was calculated the richness, abundance and diversity of birds, landings on the ground, landings on trees, foraging and nesting. One-way ANOVA test was used to compare data with days of the week. In some places where the birds were surveyed, characteristics of road afforestation were described: species richness, abundance, diversity, basal area and functional characteristics (dispersion, deciduousness and origin). Floristic information was paired with avifauna data using simple regressions. The results showed that 86 species of birds belonging to 36 families inhabit the researched area. There was a predominance in abundance of the species *Furnarius rufus*, *Columba livea*, *Brotogeris chiriri*, *Pitangus sulphuratus*. Most of the species that frequent the Eixão are generalists and opportunists, originating in natural herbaceous vegetation areas. The punctual closing on low noise had a positive influence on the birds. In contrast, the noise negatively influenced the wealth, abundance, diversity of birds, foraging and landings on the trees. The abundance of landings on the tree was positively correlated with the abundance of trees. The birds of Eixão land preferably in deciduous trees and in the dry season. These results are probably due to the abundance of trees with a large number of flowers, such as *Tabebuia rosea*, *Handroanthus serratifolius* and *Tabebuia roseoalba*. The results show that a road crossing an urban center is capable of tree harboring an important portion of the diversity of native birds in the biome in which the city is located and mitigating the effects of urbanization.

Keywords: city, urbanization, street, noise pollution, birds, trees

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 A influência da urbanização sobre a avifauna

Estima-se que o crescimento populacional resulte em uma população de mais de nove bilhões de pessoas até 2050, das quais 68% estarão em centros urbanos (UN, 2018). Espera-se que o adensamento reduzirá a qualidade de vida nas cidades e que a expansão da malha urbana impactará ainda mais intensivamente o meio natural (Zipperer et al. 2012). A urbanização de áreas sob vegetação nativa provoca a redução e fragmentação de *habitats* (Faeth, Bang, and Saari 2011) o aumento da emissão de poluentes, a contaminação do ar, solo e água e, conseqüentemente, a urbanização modifica padrões de qualidade ambiental (McKinney 2006; Grimm et al. 2008; Faeth, Bang, and Saari 2011). Além disso, o estabelecimento e a expansão de centros urbanos facilitam a proliferação de vegetação exótica, diminuem a complexidade da vegetação regional e isolam fragmentos de ecossistema (McKinney 2001; Zipperer et al. 2012). Do ponto de vista da conservação da biodiversidade, a urbanização é considerada uma das principais causas de extinção de espécies (Czech, krausman, and Devers 2000).

A perda de cobertura vegetal nativa e da estrutura e composição florísticas devido à urbanização afetam a sobrevivência de grande parte da fauna nativa, incluindo a avifauna (Chace and Walsh 2006), que é afetada pelo aumento do parasitismo, predação de ninhos, colisão com veículos, poluição, mudança nos recursos alimentares, mudança do tipo de predador e competidores introduzidos (Case 1996). Aves são frequentemente usadas com indicadores, quando são avaliados os efeitos da urbanização sobre a biodiversidade, por serem um grupo diversos quanto a hábitos, táxons e níveis tróficos. Segundo Blair (1996), no meio urbano as aves estão classificadas em categorias distintas. Para o autor, existem as aves exploradoras das paisagens naturais que aumentam suas populações nas cidades e as aves evitadoras, mais sensíveis a mudanças na paisagem. Finalmente, existem as aves introduzidas no meio urbano, como o pardal (*Passer domesticus* Linnaeus, 1758). Este último possui grande plasticidade¹ adaptativa na

¹ A plasticidade fenotípica adaptativa é conceituada como a capacidade de uma determinada população em apresentar respostas diferentes do natural induzidas por fatores e condições ambientais (Ghalambor et al. 2007).

ocupação do ambiente urbano e se configura como espécie sinantrópica² (Sick 1997; Mendonça-Lima and Fontana 2000)

Nas cidades ocorrem mudanças nos padrões de diversidade das aves devido ao aumento da abundância de espécies mais adaptadas, muitas exóticas. Há também a redução da riqueza de espécies nativas, principalmente as mais sensíveis a alterações ambientais (McKinney 2008; de Toledo, Donatelli, and Batista 2012; Aronson et al. 2014). Em geral, a intensidade da urbanização está relacionada à alterações na composição taxonômica e funcional da comunidade de aves, com dominância de poucas espécies que compartilham características morfológicas e de história de vida semelhantes (Concepción et al. 2017; Pena et al. 2017a; Aronson et al. 2017). Por exemplo, mudanças de dieta de aves em centros urbanos são um padrão amplamente consistente entre diferentes ambientes urbanos (Blair 1996; Chace and Walsh 2006). Há dominância de espécies de hábitos alimentares generalistas em áreas mais urbanizadas e de espécies mais especialistas em ambientes mais arborizados (McKinney 2002; Callaghan, Major, et al. 2019a). Tais modificações nos padrões naturais afetam as diferentes funções que distintas espécies de aves exercem no ambiente para manterem o equilíbrio ecológico e os serviços ecossistêmicos³ (Whelan, Şekercioğlu, and Wenny 2015), tais como a dispersão de sementes (Cruz et al. 2013; Purificação et al. 2014), polinização (Ollerton 1998; Maruyama et al. 2019), controle da dinâmica das populações de artrópodes (Gunnarsson and Hake 1999) e indicação biológica da qualidade ambiental (Trindade-Filho et al. 2012).

1.2 A influência da arborização sobre a avifauna

Apesar dos problemas causados pela urbanização, muitos locais urbanos são adjacentes a áreas nativas ou possuem ambientes arborizados (Fernández-Juricic 2000a; 2000b), tais como parques, pátios, jardins, margens de lagos (de Toledo, Donatelli, and Batista 2012; Marín-Gómez et al. 2020), canteiros de ruas, estradas e rodovias (Fernández-Juricic 2000a; Ikin et al. 2013). Algumas cidades conservam fragmentos de ecossistemas nativos ou ambientes assemelhados a eles

² Espécies adaptadas em ambientes urbanos, portanto, associadas ao ser humano (Sick, 1997).

³ Os serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios que os seres humanos obtêm a partir das funções do ecossistema (Groot, Wilson, and Boumans 2002)

(Chace and Walsh 2006; Aronson et al. 2014) que contribuem para a sobrevivência de espécies de aves e para o fluxo gênico (Argel-de-Oliveira 1995; Aronson et al. 2017). Ambientes arborizados suportam uma biodiversidade funcional significativa de espécies de aves (Beninde, Veith, and Hochkirch 2015; Kang et al. 2015) e até árvores isoladas, grandes e antigas são essenciais para permitir a passagem segura de animais através de uma matriz urbana hostil (Kang et al. 2015). Nas cidades brasileiras prevalece o plantio de árvores não nativas ou exóticas (Esteves and Corrêa, 2018; Lessi et al. 2016). Árvores de espécies nativas oferecem um ambiente de melhor qualidade ambiental para aves nativas quando comparadas a árvores de espécies exóticas (Aronson et al. 2014), porque as primeiras fornecem melhor recurso forrageiro e permitem um suporte considerável no trânsito de aves por toda a cidade (Ikin et al. 2013). Apesar dos efeitos negativos para conservação da biodiversidade, muitas espécies de aves podem também se beneficiar dos recursos provenientes de árvores exóticas (Gray and van Heezik 2016).

Estudos têm demonstrado que a composição de espécies e a cobertura vegetal são determinantes para a estrutura da comunidade de aves, e essa importância foi evidenciada em muitos trabalhos (Chace and Walsh 2006; Evans, Newson, and Gaston 2009; Fontana, Burger, and Magnusson 2011; Ortega-Álvarez and MacGregor-Fors 2011; de Toledo, Donatelli, and Batista 2012; Aronson et al. 2014; Sacco et al. 2015). Características funcionais das plantas podem auxiliar na diversidade de aves em escala local. Árvores apresentam fases de floração, frutificação, dispersão de sementes e foliação (Martini, Biondi, and Batista 2011). Tais fases estão baseadas nas alterações do ciclo de vida da planta acompanhando fatores genéticos, climáticos e hídricos (Antas 1983). Embora a resposta das aves seja diferente entre os locais e regiões de estudo (Marzluff, Bowman, and Donnelly 2001), a comunidade de aves pode responder a variações sazonais das plantas (Caula, Marty, and Martin 2008). As aves são muito sensíveis às mudanças na cobertura vegetal, estrutura e composição florística e cada espécie responde diferente a mudanças na distribuição de recursos (Chace and Walsh 2006) provocadas pelo ciclo de vida de uma planta (Caula, Marty, and Martin 2008).

Entre as várias opções que compõem a infraestrutura verde das cidades, canteiros lineares ao longo de ruas ou rodovias são efetivos em fornecer passagem para aves, exercendo papel semelhante ao dos corredores ecológicos (Fernández-Juricic 2000a; Matsuba, Nishijima, and Katoh 2016). A importância da arborização de canteiros ao longo de ruas pode ser mostrada no

estudo de Pena et al. (2017ab) em Belo Horizonte. Nele é demonstrado que a exposição ao ruído limitou a presença da avifauna às ruas amostradas. Entretanto, locais com maior riqueza de espécies de árvores e maior proporção de espécies nativas conseguiram reduzir os efeitos negativos do ruído. Canteiros arborizados proporcionam isolamento acústico ao bloquear a propagação de ruído (Oliveira et al. 2018), amenizam o clima urbano (Ahern 2013) e algumas espécies vegetais possuem a capacidade de filtrar o ar (Willis and Petrokofsky 2017). Portanto, a arborização representa uma parte do capital natural⁴ das cidades, pelos serviços e benefícios que fornecem à população humana (Willis and Petrokofsky 2017).

Canteiros arborizados ao longo de vias podem conectar diferentes manchas verdes dentro de cidades e elas ao ambiente natural (Estevo, Nagy-Reis, and Silva 2017). Um exemplo de cidade com potencial para manutenção da avifauna é a cidade de Brasília por possuir grande quantidade de verde. Brasília foi planejada de forma que sua escala bucólica, formada por manchas e corredores arborizados, conectasse os demais setores da cidade. Os espaços entre os diferentes setores são arborizados de forma a criar uma transição delicada entre as regiões da cidade. O plano original concebeu uma cidade parque e conectou as diferentes partes da matriz urbana por meio de corredores arborizados. Sob esse cenário, o Eixo Rodoviário do Plano Piloto é uma via que cruza toda a área residencial de Brasília e intercepta parte da escala monumental e gregária da cidade, desenvolvendo-se na direção norte-sul. Essa via é ladeada em todo seu percurso por canteiros que foram arborizados em diferentes épocas e sob diferentes paradigmas de arborização urbana (Alencar 2008).

1.3 A influência do ruído sobre a avifauna

Em contrapartida, um fator que modifica a composição e a diversidade de espécies de aves em ambientes urbanos são as mudanças nas características acústicas naturais decorrentes do ruído antropogênico (Katti and Warren 2004). O ruído nas cidades aumentou nas últimas décadas (Shannon et al. 2016; Blickley and Patricelli 2010) e tornou-se motivo de preocupação em todo o mundo, sendo poucas as paisagens intocadas por alterações acústicas (Francis 2015). Sabe-se que

⁴ Capital natural é um novo termo que une os recursos ambientais com elementos essenciais para as atividades econômicas e para as pessoas (Willis and Petrokofsky 2017).

o ruído nas paisagens urbanas tem múltiplos sons e fontes, em diferentes tempos e intensidades (Villanueva-Rivera et al. 2011; Pijanowski et al. 2011). É esperado que uma paisagem urbana tenha muitos tipos de sons, mas a maioria é dominado pela antropofonia (Villanueva-Rivera et al. 2011; Pijanowski et al. 2011). A antropofonia pode incluir uma variedade de fontes de ruído localizadas próximos da atividade humana e áreas urbanas (Barber, Crooks, and Fristrup 2010). Por exemplo, o constante volume do tráfego de veículos em rodovias, emitindo diferentes sons, é uma fonte de intensa da propagação do ruído (Forman and Alexander 1998; Villanueva-Rivera et al. 2011). Na maioria das vezes, o ruído é medido como pressão sonora e expresso em unidades logarítmicas relativas, denominado de decibéis (dB) (Dooling and Popper 2007). Os valores de decibéis nas estradas podem variar com a distância da fonte ruidosa (Shannon et al. 2016), hora do *rush* (Katti and Warren 2004; Arroyo-Solís et al. 2013) e meses e dias da semana (Halfwerk et al. 2011a). O ruído diferencia-se substancialmente entre as fontes sonoras, porque cada um apresenta variações na amplitude (volume), nas frequências (agudo e grave) e nos padrões espaciais e temporais (Dooling and Popper 2007; Patricelli and Blickley 2006; Blickley and Patricelli 2010). A interação, atenuação, reverberação e distribuição dessas características é o que determina, em um sentido estrito, a maneira do impacto do ruído na avifauna (Blickley and Patricelli 2010; Ortega 2012).

O ruído proveniente do tráfego de veículos é a causa mais proeminente da evasão de espécies de aves das cidades (R. T T Forman and Alexander 1998). Ruídos provenientes do tráfego de veículos provocam em algumas espécies um rompimento na comunicação acústica ao mascarar frequência da sua vocalização (Francis 2015). Como exemplo, um recente estudo de Gentry et al. (2018) realizado em três parques da cidade de Washington nos Estados Unidos, observou que, ao fechar temporariamente uma estrada com constante ruído, suscitou-se o retorno da comunicação acústica da espécie piui-verdadeiro (*Contopus virens* Linnaeus, 1766) para o seu estado natural. Machado et al. (2017) fizeram análises com índices acústicos em duas fitofisionomias do Cerrado (Cerrado *stricto sensu* e Mata de Galeria) e os resultados indicaram que algumas espécies de aves podem ter respondido aos impactos da urbanização da cidade de Brasília. Nesse estudo, as aves vocalizaram menos do que o habitual devido à proximidade com fontes sonoras antropogênicas, como por exemplo, estradas e rodovias (Machado, Aguiar, and Jones 2017). Esse fenômeno alude-se a consequências danosas causadas por ruídos antropogênicos que prejudicam a distribuição e riqueza da avifauna (Pena et al. 2017a) e a sua abundância em locais ruidosos (McClure et al. 2013). Consequentemente, o ruído contribui para um declínio na diversidade e densidade de aves

(Hans Slabbekoorn and Peet 2003). O ruído antropogênico afeta o sucesso reprodutivo (Slabbekoorn and Peet 2003; Halfwerk et al. 2011), modifica o comportamento de forrageamento (Halfwerk et al. 2011) e as interações presa-predador (Francis, Ortega, and Cruz 2009a). Com a intensificação desse processo em áreas urbanas, apenas espécies de aves com flexibilidade comportamental ou geneticamente favoráveis conseguem se adaptar às novas condições do ambiente (Katti and Warren 2004).

A maioria das fontes de ruídos antropogênicos, como o tráfego de veículos, ocupa uma faixa de frequência baixa (< 2 KHz) e uma alta amplitude (Katti and Warren 2004; Hans Slabbekoorn and Ripmeester 2008). Verificou-se que as aves urbanas bem-sucedidas no meio urbano aumentam a amplitude da vocalização (efeito Lombard) (Brumm 2004), aumentam a frequência mínima do canto (Slabbekoorn and Peet 2003; Francis 2015) e alteram componentes do canto (Ortega 2012) para não serem mascarados pelo ruído de fundo (Katti and Warren 2004; Shannon et al. 2016). Outra possível estratégia utilizada é ajustar-se de maneira temporal. Como exemplo, locomover-se no meio urbano conforme os horários de menor tráfego urbano, vocalizar ao anoitecer (Fuller, Warren, and Gaston 2007) ou aos finais de semana (Halfwerk et al. 2011a). As aves perdem a ordem temporal dos cantos ao amanhecer em centros urbanos (Marín-Gómez et al. 2020). É insuficiente as respostas das aves sobre a importância da retirada pontual dos níveis de ruído em escala local (Halfwerk et al. 2011a; Shannon et al. 2016).

1.4 Lacunas do conhecimento

A possibilidade de haver efeitos positivos de canteiros arborizados sobre a avifauna que habita cidades pouco é mencionada na literatura mundial (Morelli et al. 2014). E, apesar de as ruas arborizadas constituírem uma característica distinta da paisagem urbana, sua influência e seu papel na conversação é pouco explorado (Murgui 2007). Uma vez monitorada e identificada a infraestrutura verde nas cidades, as estratégias podem ser estabelecidas para preservá-la e usá-la sempre que necessário (Savard, Clergeau, and Mennechez 2000). Como exemplo, uma avaliação mais precisa do canteiro arborizado de uma rua pode ser útil para medidas de conservação da biodiversidade (Morelli et al. 2014). Se a avaliação utilizar o grupo das aves, já que respondem a alterações do habitat, conseqüentemente a capacidade de compreender a qualidade ecológica das

áreas urbanas será mais eficiente (Piratelli, Franchin, and Marín-Gómez 2017). É especialmente importante entender como as aves influenciam as respostas ao ambiente urbano, dada a crescente tendência à urbanização global. Os habitat urbanos são relativamente novos em relação à história evolutiva das aves (Callaghan et al. 2019b).

São desconhecidos até a presente data estudos que relacionem a influência da arborização urbana e do ruído sobre a avifauna urbana de Brasília, Distrito Federal (DF). Existem poucas pesquisas que compararam a avifauna urbana na mesma rodovia deste estudo sob diferentes intensidades de ruído. Por exemplo, na capital brasileira, o Eixo Rodoviário de Brasília é fechado aos domingos para lazer. Entretanto, não existem pesquisas avaliando a influência dessa intervenção pontual sobre a diversidade de aves, apesar dos efeitos positivos dessa estratégia em qualidade de vida para população humana. Por isso, Gentry et al. (2018) recomendam mais pesquisas sobre o efeito do fechamento temporário de estradas e rodovias para fornecer mais compreensão das respostas das aves aos diferentes níveis de ruído do tráfego, e assim obter novas estratégias de gestão. Recomenda-se, também, avaliar como a composição da avifauna responde ao ruído de diferentes locais (McClure et al. 2013). A medição dos níveis de ruído e cobertura vegetal podem ser os melhores preditores de composição de espécies de aves em áreas urbanas (Rodrigues, Borges-Martins, and Zilio 2018b). O conhecimento das respostas específicas de espécies de aves ao ruído e os efeitos cumulativos dessa acústica são também cruciais para a compreensão das alterações nas paisagens (Francis, Ortega, and Cruz 2009b)

A ampliação de estudos ecológicos em áreas urbanas é fundamental, pois compreender a estrutura e a composição taxonômica e funcional das comunidades biológicas em ambientes urbanos é crucial para conciliar o desenvolvimento humano com a manutenção da biodiversidade e sustentação dos serviços ecossistêmicos (Aronson et al. 2014). Os serviços ecossistêmicos contribuem para qualidade de vida da população e sua compreensão e valorização são importantes para manter ou expandir áreas com ambientes verdes (Bolund, Permar and Hunham 1999). Quando as funções e serviços ecossistêmicos urbanos são mais compreendidos e avaliados, a proteção da biodiversidade será mais amplamente aceita e priorizada (Ahern 2013). A urbanização é diferente considerando comunidades em ambientes temperados e tropicais (MacGregor-Fors and Ortega-Álvarez 2011). As aves do Cerrado podem responder de maneira diferente na presença de ruído da cidade de Brasília (Oliveira, 2018).

A cidade de Brasília tem importância para a conservação. Situa-se no bioma Cerrado, que é considerado um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Myers et al. 2000; Strassburg et al. 2017). O Cerrado é segundo maior bioma do Brasil (Silva and Bates 2002). E apresenta quatorze fitofisionomias, que variam de formações campestres a florestais (Ribeiro and Walter 2008). O Cerrado possui ainda cerca de 12.000 espécies de plantas vasculares (R. C. Mendonça et al. 2008) e uma avifauna com aproximadamente 856 espécies identificadas (J. M. C. da Silva and Santos 2005). A alta biodiversidade do Cerrado (Myers et al. 2000) encontra-se ameaçada pela redução dos ambientes naturais (Klink and Machado 2005; Strassburg et al. 2017). A fragmentação do Cerrado na área do Distrito Federal começou na década de 1950, com a construção e transferência da capital brasileira para Brasília (Rodrigo Studart Corrêa et al. 2006). Com a construção de Brasília, os trabalhos de aberturas de vias, obras de edificação e adensamento humano foram intensos e causaram impactos significativos na biodiversidade (Alencar 2008). Brasília foi projetada para 500.000 habitantes e hoje possui 2.8 milhões de pessoas majoritariamente em áreas urbanas (IBGE 2020). A expansão da cidade está provocando impactos acústicos nas áreas protegidas (Machado, Aguiar, and Jones 2017).

A ampliação e compreensão dos pesquisadores sobre as distribuições das espécies de aves e dos recursos é necessária nas cidades, pois projeta preocupações com as transformações desses locais (Savard, Clergeau, and Mennechez 2000). As cidades oferecem laboratórios abertos e auxiliam nas compreensões de novos padrões ambientais (Grimm et al. 2008; McDonnell and MacGregor-fors 2016). Avaliar a diversidade e função das aves em ambientes submetidos a urbanização é sempre necessário (Savard, Clergeau, and Mennechez 2000). Recomenda-se monitorar a biota urbana, em especial áreas de alta biodiversidade regional, como cidades tropicais e dentro de *hotspots* de biodiversidade (Aronson et al. 2014). Os estudos podem proporcionar melhorias nas práticas de gestão, planejamento urbano (Chace and Walsh 2006) e implementações de políticas e medidas de mitigação adequadas para minimizar os problemas urbanos (Grimm et al. 2008). Consequentemente, essas ações podem promover o aumento da diversidade em ecossistemas urbanos (Sacco, Bergmann, and Rui 2013). A criação de melhorias adequadas irá beneficiar grupos de animais, incluindo aves e seres humanos, ao tornarem as cidades mais saudáveis e habitáveis (Piratelli, Franchin, and Marín-Gómez 2017).

Considerando os efeitos adversos da urbanização sobre a avifauna, a forma como Brasília foi planejada, com seus corredores verdes e arborização abundante sob diferentes paradigmas, bem como a estratégia de intervenção de fechar o Eixão aos domingos, surgiu o interesse em avaliar como a comunidade de aves que ocupa esse importante via de Brasília responde a essas diferentes características de sua paisagem urbana. Uma via expressa é capaz de abrigar espécies no ambiente urbano? Existe diferença na exposição do ruído quando a via é fechada? Essa interferência pontual influencia a comunidade de aves que ocupa o Eixão? As características da vegetação ao longo do Eixão influenciam a comunidade de aves. Espera-se que o aumento da riqueza de espécies de árvores impacte positivamente a riqueza de espécies de aves. Em contrapartida, o ruído pode reduzir a diversidade da avifauna. Portanto, a estratégia de intervenção pontual de fechar Eixão para o tráfego de veículos aos domingos pode ter benefícios para a comunidade de aves. Da mesma forma, a paisagem circundante e a arborização presentes nos canteiros estudados podem servir como elementos mitigadores dos efeitos do ruído sobre as aves. Com objetivo de obter respostas aos questionamentos acima formulados, a presente dissertação está dividida em dois capítulos: o primeiro capítulo foi submetido como artigo a Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais e aceito para publicação. O segundo capítulo discorre sobre as comparações da riqueza, abundância, diversidade e características das aves submetidas aos níveis de ruído elevado e reduzido e as características funcionais da vegetação.

1.5 Objetivos e Hipóteses

1.5.1 Objetivo Geral

Em face do exposto, este trabalho visa avaliar a influência da arborização e dos níveis de ruído sobre a riqueza, abundância e diversidade da avifauna urbana presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1) Identificar e caracterizar a comunidade de aves presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília
- 2) Avaliar a influência da arborização urbana sobre a riqueza, abundância e diversidade e sazonalidade da avifauna presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.
- 3) Avaliar a influência do ruído sobre a riqueza, abundância e diversidade da avifauna presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.

1.5.3 Hipóteses:

- 1) A aves presentes no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília são de espécies generalistas de habitat abertos.
- 2) As características das árvores (abundância, riqueza, diversidade e área basal) influênciam positivamente a abundância, riqueza e diversidade da avifauna presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.
- 3) As características funcionais (origem, deciduidade e dispersão) da vegetação influenciam a abundância, riqueza e diversidade da avifauna presente no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.
- 4) Nos dias de maior exposição ao ruído existe menor riqueza, abundância e diversidade da avifauna em comparação aos níveis de ruído elevado, quando não existe trânsito de veículos no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O trabalho foi conduzido no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão), associado às coordenadas 15° 47' 45,8" S e 47° 53' 00, 8" O (Datum WGS 84). Brasília se situa no Distrito Federal (DF), localizado na parte central do Cerrado. As quatorze fitofisionomias existentes nesse bioma se faziam originalmente presentes na área em que o DF foi estabelecido (Ribeiro and Walter 2008). O clima predominante do Distrito Federal é o Tropical de Savana (Aw), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, com alternância de estações seca e chuvosa bem definidas. A precipitação média anual é de 1.668 mm e a temperatura média anual de 21.1 °C.

O Plano Piloto localiza-se na parte central de Brasília, cujo projeto urbanístico é composto por quatro escalas denominadas monumental, gregária, residencial e bucólica (Lima and Silva Júnior 2010). O Eixão é uma via de 14 km de extensão, que cruza a parte central da escala residencial, que é formada por superquadras preenchidas por prédios residenciais e entrequadras com comércio local, permitindo acessibilidade e mobilidade dos pedestres em meio às árvores. A escala bucólica é representada pelas áreas verdes e arborizadas que conectam edificações e demais escalas (Alencar 2008).

Na porção média do Eixão cruza o Eixo Monumental, dividindo Brasília em Asa Sul e a Asa Norte (Figura 2.1). Tal malha viária possui o caminho largo, a velocidade do tráfego de 80 km/h, sem semáforos ou redutores de velocidade (Garavelli et al. 2013). Essa característica da via fomenta a poluição sonora (Garavelli et al. 2013). No Eixão, o nível de pressão sonora no período matutino e em dias comerciais da semana atinge valores superiores a 70 dB e isso pode impactar a população residente próxima à via (Garavelli et al. 2013) e aves, que possuem sensibilidade auditiva similar aos seres humanos (Dooling and Popper 2007). O Eixão é ladeado por canteiros de 45 m de largura, cobertos por gramados e espécies arbóreas nativas e exóticas ao Cerrado, praticamente todas em estado adulto. Os dados deste trabalho foram coletados ao longo dos canteiros do Eixão, que são ladeados por outras vias paralelas (Eixinhos) e vias de acesso (Tesourinhas).



Figura 2.1. Localização geográfica do Plano Piloto de Brasília, Distrito Federal-Brasil. Em destaque a área de estudo (Eixo Rodoviário Norte-Sul). Tracejado linha sólida preta corresponde a parte Asa Norte e tracejado em linha pontilhada a Asa Sul. Projeção: SRC, Datum: SIRGAS 2000, Bases cartográficas: IBGE (2020), IDE/DF (2019)

Os canteiros ao longo do Eixão são arborizados por espécies predominantemente ornamentais, frutíferas de médio e grande porte e algumas espécies de arbustos. Esses canteiros formam um corredor ecológico que cruza a parte central da cidade (Figura 2.2). A arborização urbana do Plano Piloto priorizou inicialmente o uso de espécies ornamentais exóticas ao bioma Cerrado. A partir da década de 1980, espécies arbóreas nativas do Cerrado começaram a ser utilizadas na arborização da cidade, sobretudo na Asa Norte do Plano Piloto (Lima and Silva Júnior 2010). Em Brasília, alguns fragmentos de vegetação nativa foram mantidos próximo ou dentro da matriz urbana (Cavalcanti and Silva 2011), como o Parque Nacional de Brasília e o Parque Olhos D'água.

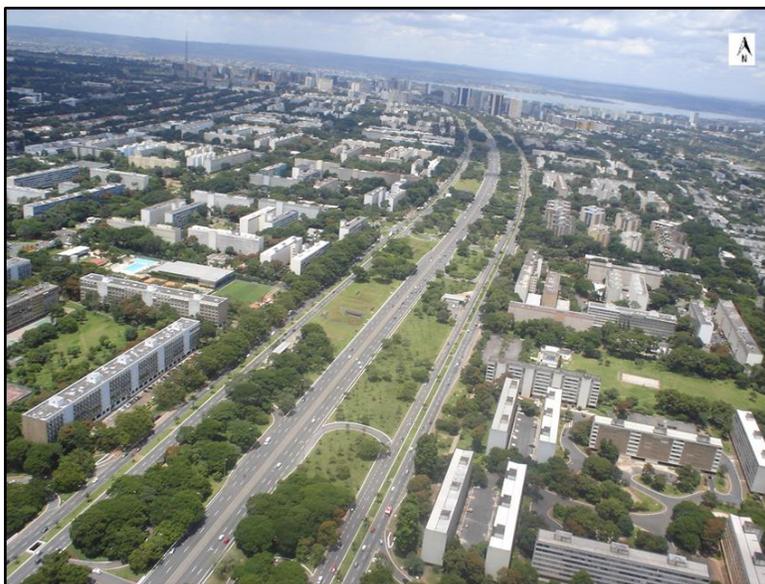


Figura 2.2. Imagem parcial do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília e de seus canteiros laterais arborizados. Foto: Rodrigo Studart Corrêa.

2.2 Amostragem das espécies arbóreas plantadas nos canteiros que ladeiam o Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão)

As árvores que ladeiam o Eixão foram identificadas *in locu* e a circunferência dos caules foi medida à altura de 1,3 m da superfície do solo (DAP 130). As árvores não identificadas no local foram fotografadas e partes vegetais e reprodutivas foram coletadas para posterior identificação por comparação com exsiccatas depositadas no herbário da Universidade de Brasília (UnB) e com literatura especializada. As características morfológicas das espécies foram obtidas em literatura especializada. Os canteiros onde as árvores foram amostradas são os mesmos dos pontos de amostragem e contagem das aves. Cerca de dez pontos fixos de amostragem de aves foram utilizados nas análises de regressão entre flora e avifauna (Figura 2.3; Tabela 2.1).

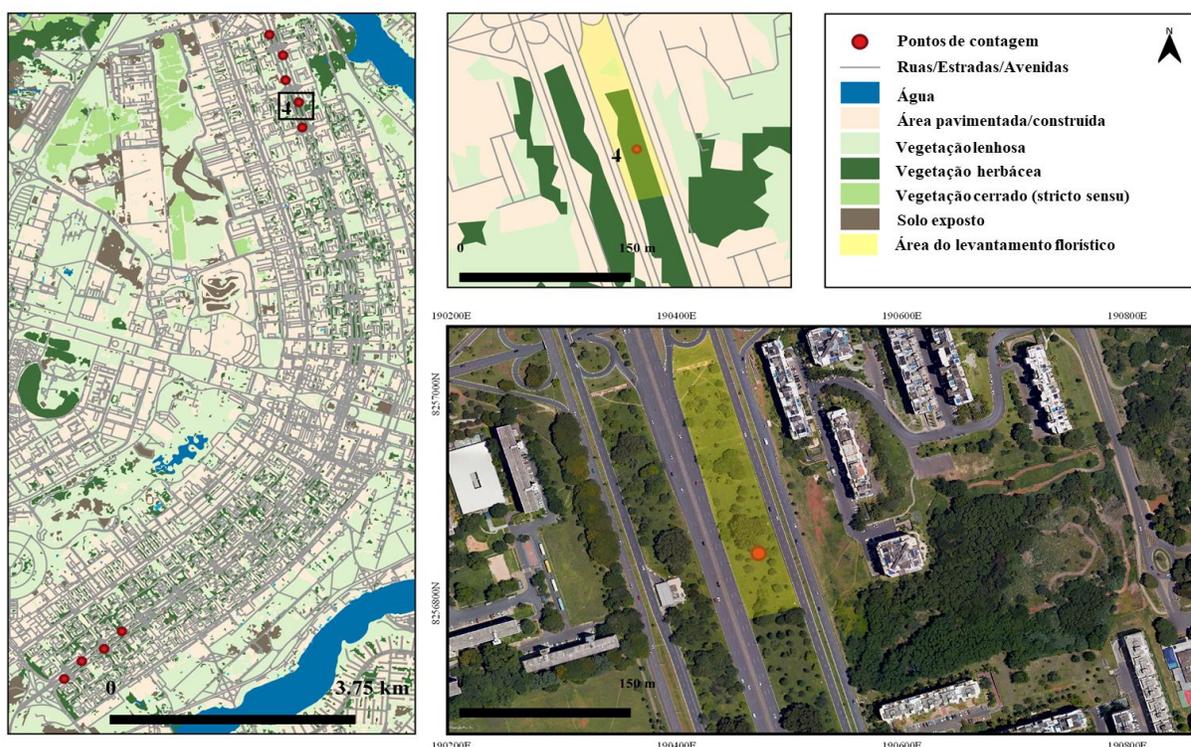


Figura 2.3. Mapeamento com os pontos usados e a área do levantamento florístico (em amarelo).

Tabela 2.1. Os pontos de contagem usados para o levantamento florístico. Cada ponto é representado pela sua respectiva Parcela/Quadras. (N) Norte; (S) Sul.

Ponto	1	2	3	4	5	29	30	30	31	32
Parcelas (Quadras)	116N	215N	114N	213N	112N	112S	213S	214S	115S	216S

Os dados obtidos em campos foram utilizados para calcular área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$), riqueza de espécies, abundância e diversidade de espécies de árvores de cada parcela (45m x 350m). As espécies foram categorizadas de acordo com seus traços funcionais: local de origem, decíduidade, dispersão de frutos e flores de acordo com Machado et al. 1992; Lorenzi et al. 1998; Alencar, 2008; Lima e Silva Júnior, 2010, Silva Júnior e Lima, 2010; Cardoso et al. 2010; Lima Neto e Souza, 2011. Posteriormente, quantificou-se o número de indivíduos, número de espécies de cada característica funcional em cada parcela.

2.3 Amostragem dos pontos de contagem de aves

A amostragem de aves baseou-se no método de ponto fixo (Ralph et al. 1993; Bibby et al. 2000), considerado o mais eficiente em dados de contagem (Ralph et al. 1993). O ponto fixo é um tipo de técnica em que o observador estaciona em pontos aleatórios ou pré-definidos e coleta os dados de aves por meio de observações (Ralph et al. 1993; Bibby et al. 2000). Com esse método, é possível estudar mudanças de comunidades de aves, diferenças na composição da espécie entre *habitats*, riqueza e abundância (Ralph et al. 1993).

Neste estudo, a seleção de pontos foi gerada com o auxílio do aplicativo *Google Earth*, com distribuição em formato de *zigue-zague*, para representar a variação da vegetação e das estruturas construídas presentes nos canteiros que ladeiam o Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília. Os pontos distam em aproximadamente 400 metros, que resguarda a distância mínima recomendada de 250 m (Ralph et al. 1993). Selecionaram-se 32 pontos fixos de amostragem divididos em 16 pontos na Asa Sul e 16 pontos na Asa Norte do Plano Piloto de Brasília (Figura 2.4) (ver em Anexo as imagens dos pontos).

Estipulou-se o número de visitas viáveis, levando em consideração o desgaste físico e a dificuldade em atravessar a via movimentada. Buscou-se amostrar seis ou quatro pontos por dia. O período de amostragem foi de seis semanas com pausas de três semanas entre os períodos. Após o período de amostragem, realizou uma pausa de três semanas para reiniciar as repetições dos pontos fixos. A coleta de dados ocorreu durante doze meses, no período de setembro de 2018 a setembro de 2019. Ao todo foram seis repetições em cada ponto, que totalizaram 384 visitas aos pontos fixos.

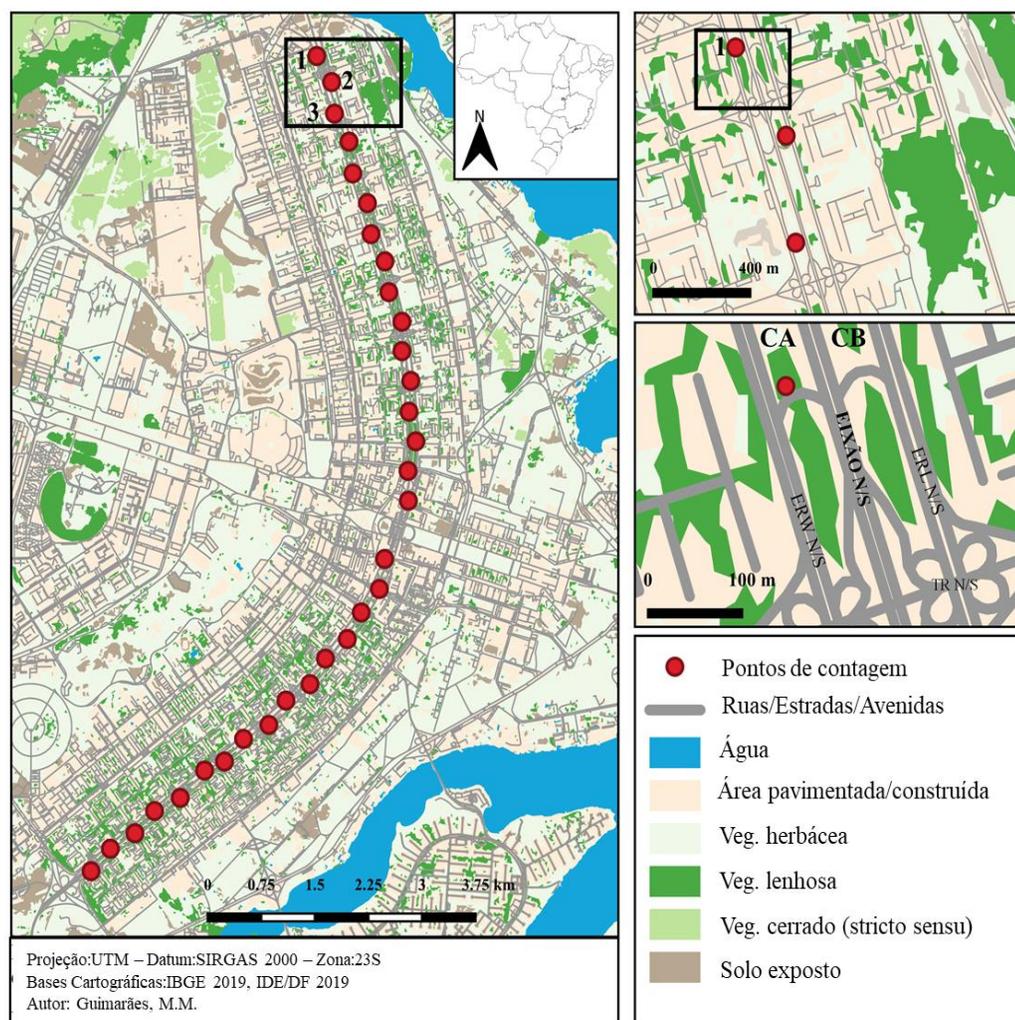


Figura 2.4. Localização geográfica e distribuição dos 32 pontos de contagem com destaque os canteiros do Eixão.

A sequência de visitação dos pontos fixos foi determinada por sorteio (Pena et al. 2017ab). A coleta de dados no campo foi iniciada 30 min após o nascer do sol e prolongado durante as primeiras três horas de luz do dia em dias ensolarados e sem ventos fortes (Pena et al. 2017ab). O tempo de permanência em cada ponto fixo foi de 10 min contínuos e em um raio de 50 metros foram identificadas e registradas.

Para a amostragem das aves, foi usado um binóculo Sakura 8 x 42 mm. Fotografias digitais foram tiradas sempre que possível, com uma câmera Fujifilm Finepix Hs20ErX. As espécies das aves avistadas foram identificadas e, quando não identificadas no local, suas características essenciais para identificação foram anotadas e comparadas com literatura especializada (Sick, 1997; Gwynne et al. 2010).

Os dados coletados foram categorizados em voar sobre as árvores (> 20 m), voar entre as árvores (<20 m), pousar nas árvores, pousar no chão (Figura 2.5). As variáveis de resposta foram número de indivíduos, número de espécies, diversidade de aves, número de indivíduos (pousos na árvore - PA), número de indivíduos (pouso no chão - PC), número de indivíduos (forrageio - FO), número de indivíduos (nidificação - NI) foram usadas para comparação entre ruído elevado e reduzido.

Para evitar superestimava de abundância, aves de uma mesma espécie avistadas em um mesmo local durante o mesmo levantamento foram contabilizadas como indivíduos diferentes somente se passados mais de 5 min entre os eventos (Ralph et al.1993). Contudo, quando constatada a existência de outro indivíduo da mesma espécie no ponto amostral, essa regra é ignorada (Ralph et al.1993). Alguns comportamentos foram registrados e fotografados nos pontos amostrais, tais como a detecção de nidificação e forrageio. As espécies foram agrupadas por tipo de habitat, segundo Sick (1997), Bagno and Marinho-Filho (2001), Gwynne et al., (2010), Oliveira et al., (2011) (Capítulo 1). As espécies que pousaram foram agrupadas quanto a dieta, seguindo a literatura de Sick (1997), Bagno and Marinho-Filho (2001), Oliveira, Franchin and Marçal-Junior (2015) (Capítulo 2). Para confirmação de suas respectivas categorias foram usadas consultas na literatura. Já a nomenclatura e a taxonomia das espécies de aves seguiram Piacentini et al. (2015).

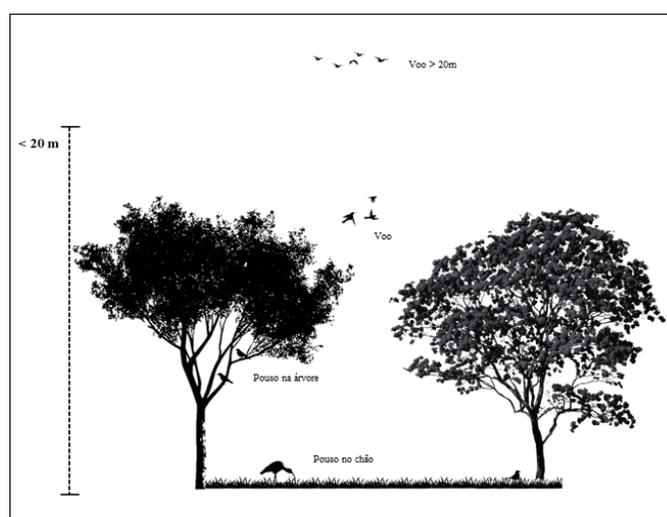


Figura 2.5. Desenho esquemático do critério de anotações das aves visualizadas durante a amostragem dos pontos. Edição: Guimarães, M.M. Imagens: <<https://www.istockphoto.com/br/ilustrações-de-acervo>>

2.4 Amostragem do ruído

A medição dos níveis de pressão sonora foi realizada *in situ* simultaneamente amostragem das aves. Foi realizada uma amostragem com ruído elevado e outra com ruído reduzido no mesmo ponto fixo. O tráfego de veículos é constante durante toda a semana no Eixão (CARDOSO et al. 2010). Contudo, devido a Lei nº 4.757, de 14 de fevereiro de 2012, artigo 2º, a via é fechada aos domingos aos veículos para permitir o uso por pedestres e ciclistas (CLDF, 2012) (Figura 2.6).

O instrumento utilizado para medir a pressão sonora foi um medidor de decibéis de modelo *Instrutherm* DEC - 350, com faixas de medição de 30 a 130 [dB (A)]. O medidor possui certificado de calibração (Modelo: Cal=5000) segundo a Rede Brasileira de Calibração (RBC) seguindo a ABNT NBR ISO/IEC 17025. A altura de posicionamento do aparelho foi de 1,5 m da superfície do terreno. As medições ocorreram durante o início e o fim de cada amostragem nos 32 pontos, com duração de um minuto cada medição. Posteriormente, em planilha os valores observados das médias de máxima e mínima do nível de pressão sonora [dB (A)].



Figura 2.6: Imagens do Eixão N/S. (A): Final de semana (domingo) sem o tráfego de veículos (com ruído reduzido); (B): Durante a semana (quarta-feira) com o tráfego de veículos (com ruído elevado). Foto: Guimarães, M. M.

2.5 Análises dos Dados

Arborização urbana

Para cada parcela contabilizou o número de espécies, número de indivíduos e diversidade. Calculou-se índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Marguran, 1988). Análises dos dados e cálculos foram realizados no programa R Core Team (2019) *RStudio* versão 3.6.1, no pacote “Vegan” (Oksanen et al. 2019)

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i, p_i = n_i/N.$$

Em que: H' = índice de *Shannon*

p_i = proporção de indivíduos

\ln = logaritmo neperiano

n_i = número de indivíduos amostrados para a espécie i

N = número de indivíduos total da amostra.

Para obtenção dos valores de área basal ($m^2 ha^{-1}$), usou-se a equação da área seccional para cada unidade de amostras (Sanquetta et al. 2006). Onde: g é a área seccional em metros; di é diâmetro à altura do peito em metros.

$$g = \frac{\pi \cdot di^2}{4}$$

Para os indivíduos arbóreos que apresentaram mais de uma ramificação, utilizou-se o cálculo de $DAP_{equivalente}$ e a partir dele calculou a área seccional. Em que: **DAP equivalente** é o diâmetro equivalente; di : diâmetro de cada ramificação do indivíduo.

$$DAP_{equivalente} = \sqrt{\sum di^2}$$

Por fim, calculou-se a área basal (Sanquetta et al. 2006), em que:

A é área basal em m^2/ha

g a área seccional

Fp é o fator proporcional em hectares (1,35 ha).

$$A = (\sum g) \cdot Fp$$

Para determinar influência das espécies arbóreas sobre a riqueza, diversidade e abundância das aves que pousaram na árvore foram realizadas análises de regressão linear simples. Usaram-se as variáveis predictoras abundância de árvores, riqueza de árvores, diversidade e área basal ($m^2 ha^{-1}$).

As variáveis predictoras das características funcionais foram o número de indivíduos e o número de espécie de cada característica (nativa do Cerrado, nativa de outros biomas brasileiros, exótica, decídua, perene, anemocórica, autocórica, zoocórica e ornitocórica). As variáveis predictoras foram confrontadas com os dados das aves, separados em dias com ruído elevado e com ruído reduzido. Separou-se entre as estações os períodos um, cinco e seis foram considerados da época de seca (junho-outubro) e o período dois, três e quatro da época de chuva (dezembro-maio) (Figura 2.7).



Figura 2.7. Imagens do ponto 19. (A) corresponde aos meses de seca dos períodos: 1 (set-out 2018), 5 (jun-jul 2019) e 6 (ago-set 2019); (B) corresponde aos meses de chuva dos períodos: 2 (dez 2018-jan 2019), 3 (fev-mar 2019) e 4 (abr-mai 2019). Foto: (A) Guimarães, M. M/ agosto de 2019; (B) Guimarães, M.M. maio de 2019.

Testaram-se três hipóteses alternativas por meio de uma correlação de Person (teste t, $p < 0,05$) para verifica se as relações entre as variáveis são significativas (Quinn and Keough 2002). Antes de iniciar as regressões, testaram-se as premissas de linearidade, normalidade dos resíduos e homocedasticidade dos resíduos. É importante que as regressões lineares apresentem valor de coeficiente de determinação (R^2) significativo, isto é, maior que 0,5 ou 50% (Quinn and Keough 2002). A primeira hipótese é que há diferença entre o pouso das aves sobre cada variável predictor.

A segunda hipótese que há diferenças significativas entre dias com ruído elevado e com ruído reduzido. A terceira hipótese é que há diferenças entre época de seca e chuva. Os testes foram realizados no Microsoft Office Excel.

Avifauna

Os dados obtidos foram tabulados e a suficiência amostral foi verificada por meio da curva de acumulação de espécies, determinada pela aleatorização de permutações. A diversidade da comunidade foi por meio do pacote “vegan” (Oksanen et al. 2019) do programa R (R development Core Team, 2019).

Usou-se critério de anotações registradas em planilha no campo e verificou-se o principal uso das aves no Eixão. As variáveis de voos, pousos na árvore, pouso no chão, atos de forrageio e nidificação foram usadas para análises.

Para a descrição da avifauna do Eixão (Capítulo 1), foram usadas todas as anotações registradas. Para isolar o efeito do ruído (Capítulo 2) em aves é particularmente desafiador, porque raramente é possível isolar o ruído como uma única variável testável (Ortega 2012). Segundo Ortega (2012), os efeitos do ruído de fundo variam entre os observadores e dificultam a capacidade de se detectarem audivelmente as aves. Verificou-se que o ruído contínuo pode reduzir a detecção vocal de aves em 45 dB, o que pode levar as estimativas tendenciosas de riqueza e diversidade (Ortega and Francis 2012). A alternativa usada neste trabalho foi retirar todos os dados de identificação por meio da vocalização e considerar apenas os dados visuais (Pena et al. 2017ab). Retiraram-se também os dados das aves que voaram > 20 m de distância das árvores (Pena et al. 2017ab)

Quanto arborização (Capítulo 2), selecionaram-se apenas os dados de pouso nas árvores. A intenção foi separar as aves que pousaram nas árvores daquelas que pousaram no chão e que voaram a < 20 m de distância das árvores. Dessa maneira, visou-se detectar se alguma espécie de árvore em particular funciona melhor como local de pouso do que outras espécies. Com os dados de pouso nas árvores, foi possível quantificar a riqueza, abundância e diversidade de aves. Esses dados foram separados em ruído elevado e reduzido e em duas estações (seca e chuva).

Ruído urbano

Para testar se há diferença entre os níveis de ruído entre o ruído elevado e reduzido [decibel mínimo dB(Min) e decibel máximo dB (Max)], realizou-se o teste de Wilcoxon para amostras pareadas (Quinn e Keough, 2002). Usou-se a hipótese nula de que a diferença de ruído entre ruído reduzido e elevado é igual a zero. O teste não paramétrico foi utilizado, porque as premissas de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) (dBMin – W= 0.98, $p < 0,05$; dBMax – W = 0.97, $p < 0,05$) e homogeneidade do dBMin (teste de Bartlett) não foram atendidas (dBMin – K = 8.7, $gl=1$, $p=0.0030$; dBMax – K= 0.027, $gl = 1$, $p=0.86$). Todos testes consideraram o nível de significância de $p < 0,05$.

A partir desse delineamento, realizou-se uma análise de variância (ANOVA de um fator) para as variáveis paramétricas e não paramétricas. Testou-se a hipótese nula que as variáveis não apresentam diferenças entre ruído elevado e reduzido. Antes de realizar a análise, verificou-se a normalidade dos dados e homogeneidade. As variáveis que atingiram as premissas foram riqueza de espécies, abundância de espécies, abundância de pousos nas árvores, abundância de pousos no chão, abundância de atos de forrageio. Aplicou-se o teste de Tukey com ($p < 0,05$) paramétrico, comparando o ruído elevado e reduzido. As variáveis de diversidade (Ruído elevado – W= 0.27, $p < 0,05$; Ruído reduzido – W= 0.17, $p < 0,05$) de e nidificação não atingiram a normalidade. Para ambas, aplicou-se um teste não paramétrico de Kruskal Wallis ($p < 0,05$). As variáveis de forrageio (K= 8.83, $gl = 1$, $p=0.002$)e pouso na árvore (K= 6.4, $gl= 1$, $p= 0,01$) não atingiram a homocedacidade. Todavia, aplicou-se a ANOVA paramétrica, porque ela é robusta para tamanhos de amostras não sejam muito discrepantes (Quinn e Keough 2002).

Capítulo 1

AVES DO EIXO RODOVIÁRIO DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

Artigo aceito na *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*



3.1 Resultados

No total, foram registrados 2.027 indivíduos distribuídos em 86 espécies, 36 famílias e 15 ordens, restando uma espécie não identificada (Tabela 3.1). As famílias mais representadas na área de estudo foram Tyrannidae (13 espécies), seguido de Thraupidae (12 espécies), ambas da ordem Passeriformes. As famílias de aves não passeriformes mais representadas foram Psittacidae (6 espécies), Columbidae (5 espécies) e Trochilidae (5 espécies). Houve um predomínio em abundância das espécies *Furnarius rufus* (180 indivíduos), *Columba livea* (176 indivíduos), *Brotogeris chiriri* (162 indivíduos), *Pitangus sulphuratus* (153 indivíduos) e *Mimus saturninus* (152 indivíduos). Essas espécies registram os maiores picos de abundância na área de estudo e *Columba livea*, *Pitangus sulphuratus* e *Brotogeris chiriri* foram as espécies mais frequentes (27 pontos amostrais cada uma), seguidas por *Furnarius rufus* (Gmelin, 1788), *Eupetionema macroura* e *Mimus saturninus* (26 pontos amostrais cada uma).

A curva de acumulação de espécies se aproximou da assíntota ao se encontrarem 72 espécies de aves nos primeiros 17 pontos fixos e a amostragem dos outros 15 pontos fixos acrescentou 14 espécies de aves à comunidade estudada (Figura 3.1) A área amostrada somou 40 ha de gramados arborizados ao longo do Eixão. Como era esperado, houve picos de abundância de algumas espécies e uma tendência da abundância de outras espécies caírem progressivamente (<50 indivíduos) (Figura 3.2). A diversidade provavelmente está relacionada às características locais da vegetação nos pontos amostrais (Figura 3.3). Os menores valores de diversidade estão próximos dos pontos 16, 17 e 18 que estão no centro do Eixão (área mais urbanizada). Futuras análises poderão avaliar melhor como às características da vegetação influenciam a diversidade de aves ao longo do Eixão.

Quanto ao habitat de ocorrência, 47 espécies são típicas de Cerrado sentido restrito. Dentre as espécies de hábito florestal, 32 fazem uso também do Cerrado sentido restrito. Apenas duas espécies foram consideradas restritas de formações florestais: *Galbula ruficauda* e *Myiodynastes maculatus*. *Ardea alba* e *Amazonetta brasiliensis* usam ambientes aquáticos. Das 86 espécies identificadas, 63 frequentam ou são comuns em áreas urbanizadas e apenas três espécies identificadas são exóticas ao Brasil: *Columba livia*, *Passer domesticus* e *Estrilda astrild*.

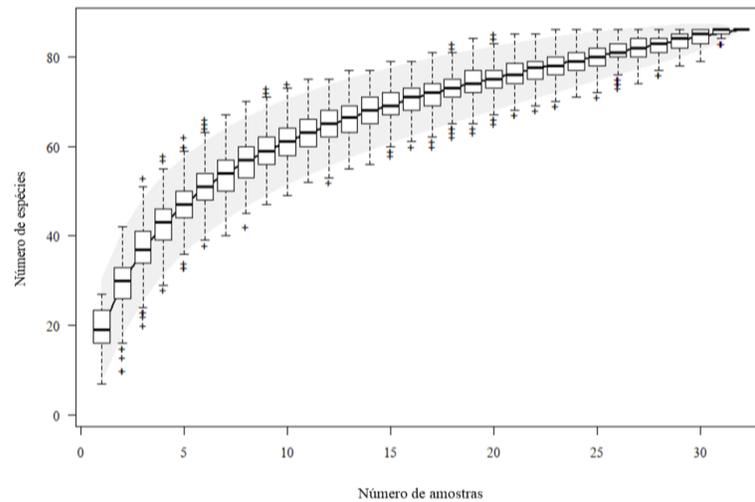


Figura 3.1. Curva de acumulação de espécies por randomização com 1000 permutações das amostras das espécies de aves do Eixão N/S. Em vertical os boxplot gerados a partir dos valores desvio padrão e média.

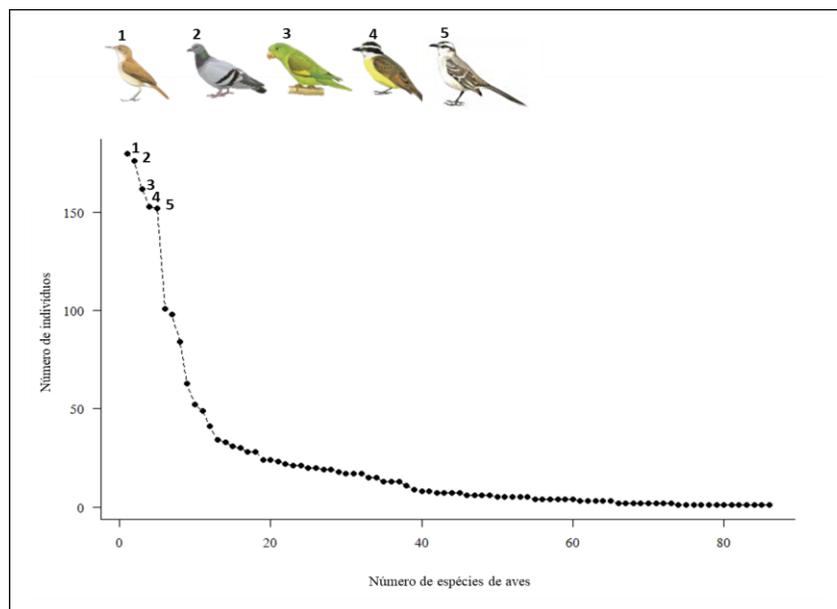


Figura 3.2. Rank da abundância demonstrando que poucos foram as espécies com mais de 150 indivíduos. (1) *Furnarius rufus*, (2) *Columba livia*, (3) *Brotogeris chiriri*, (3) *Pitangus sulphuratus* e (5) *Mimus saturninus*. Ilustrações das aves: Handbook of the Birds of the World Alive.

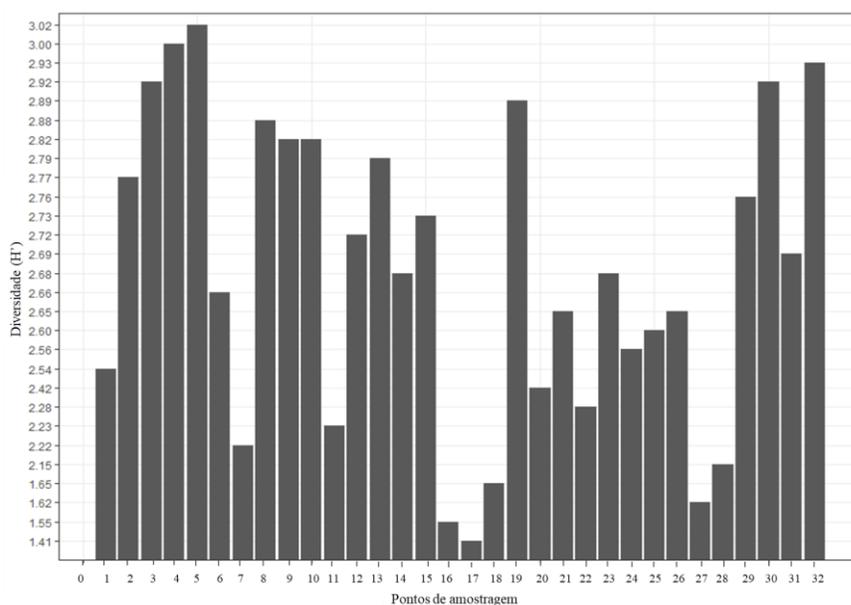


Figura 3.3. Diversidade de Shannon (H') das aves amostradas na área de estudo

Tabela 3.1. Lista de espécies de aves que foram observadas nos canteiros do Eixão. Abundância é número total de indivíduos. Frequência é o número de pontos que as espécies ocorreram. (A) espécies aquáticas que habitam rios, lagos, brejos e ambientes alagáveis; (C) espécie restrita de ambiente campestre (cerrado stricto sensu) e áreas abertas; (C_F) espécies de ambiente campestre e áreas abertas, mas que usam formações florestais; (F) espécie restrita de formações florestais; (F_C) espécies de formações florestais, mas que usam de *habitats* campestres e áreas abertas; (U) espécie adaptada ao ambiente urbano e (E) espécie exótica. (*) espécies comuns ou com razoável ocorrência; em cidade com árvores esparsas ou aglomeradas (jardins, pomares, praças e áreas residenciais arborizadas) .

TAXON		Abundância	Frequência	Habitat
ORDEM /Família /Espécie	Nome Popular			
ANSERIFORMES				
Anatidae				
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	ananaí	4	1	A
PELECANIFORMES				
Ardeidae				
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca	3	2	A
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	maria-faceira	2	1	C
Threskiornithidae				
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	28	9	*C
CATHARTIFORMES				
Cathartidae				
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	7	2	*C
ACCIPITRIFORMES				
Accipitridae				

<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	1	1	*C
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	4	2	*C _F
CHARADRIIFORMES				
Charadriidae				
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	23	7	*C
COLUMBIFORMES				
Columbidae				
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)1	rolinha	13	6	*C _F
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou	17	10	*C _F
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	176	27	U _E
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca	84	25	*C _F
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	11	5	C _F
CUCULIFORMES				
Cuculidae				
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	30	14	*F _C
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	3	1	*C _F
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	21	7	*C _F
STRIGIFORMES				
Strigidae				
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	caburé	2	1	F _C
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	19	4	*C
NYCTIBIIFORMES				
Nyctibiidae				
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau	1	1	C _F
APODIFORMES				
Apodidae				
<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	5	1	*C _F
Trochilidae				
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	rabo-branco-acanelado	3	3	F _C
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	98	26	*F _C
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	6	6	*C _F
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura-verde	1	1	F _C
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	7	6	*C _F
GALBULIFORMES				
Galbulidae				
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba	2	1	F
PICIFORMES				
Ramphastidae				

<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucanuçu	1	1	*C _F
Picidae				
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	24	14	*F _C
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	6	4	*C _F
FALCONIFORMES				
Falconidae				
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	34	11	*C
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	5	3	C
PSITTACIFORMES				
Psittacidae				
<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	maracanã-pequena	5	2	*F _C
<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	periquitão	13	4	*C _F
<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei	6	2	*C _F
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	7	3	F _C
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-verde	2	1	*F _C
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro- amarelo	162	27	*F _C
PASSERIFORMES				
Thamnophilidae				
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	1	1	F _C
Dendrocolaptidae				
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-cerrado	9	6	C _F
Furnariidae				
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	180	26	*C _F
<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)	joão-de-pau	1	1	C _F
Rhynchocyclidae				
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	17	9	*F _C
Tyrannidae				
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	20	10	*F _C
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	22	10	*C _F
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho	2	1	*F _C
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	153	27	*F _C
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	17	10	*C
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	1	1	F
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	19	7	*F _C
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho- vermelho	4	4	*F _C
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	101	19	*C _F
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	31	11	*C _F

<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	peitica-de-chapéu-preto	3	2	*F _C
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	4	4	*F _C
<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera	15	10	*C
Vireonidae				
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	21	14	*F _C
Hirundinidae				
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	63	9	*C
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	5	2	C
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	5	3	*C _F
Troglodytidae				
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	18	13	*C _F
Poliopitidae				
<i>Poliopitila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara	7	4	*F _C
Turdidae				
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	4	4	F _C
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	49	19	*F _C
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	8	7	*F _C
Mimidae				
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	152	26	*C
Passerellidae				
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	4	2	*C
Icteridae				
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro;	24	14	*F _C
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto	8	5	C
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chupim	52	12	*C
Thraupidae				
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	33	15	*C _F
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	1	1	*F _C
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	13	7	*C _F
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	20	8	*C _F
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	28	7	F _C
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	2	1	*C
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	6	3	F _C
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	1	1	*F _C
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	15	9	*F _C
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	3	1	*C
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano	1	1	*C
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	2	1	*C

Fringillidae				
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	1	1	*F _C
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo	1	1	*F _C
Estrildidae				
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	2	1	*C _E
Passeridae				
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	41	13	U _E
Não-identificado	-	1	1	-

3.2 Discussão

Registram-se a abundância e a frequência de espécies que suportam melhor as limitações da urbanização. Principalmente, nos locais que arborizados ao longo do Eixão. Foram contabilizadas 86 espécies de aves ao longo do Eixão, o que representa 19% das espécies de aves registradas no Distrito Federal (Faria 2008) ao longo de uma via com intenso tráfego de veículos. Urbanização e aglomerações humanas reduzem a riqueza e a abundância de aves (Ortega-Álvarez and MacGregor-Fors 2011; Fontana, Burger, and Magnusson 2011), sobretudo próximo a vias com um fluxo elevado de veículos (Morelli et al. 2014). O tráfego de veículos aumenta a mortalidade de aves por colisão e a poluição sonora as expulsa da área (Forman and Alexander 1998; Richard T.T. Forman, Reineking, and Hersperger 2002). Entretanto, diferentes características de ruas e avenidas são capazes de reduzir os efeitos de distúrbios, como poluição sonora (Morelli et al. 2014). Ruas arborizadas são efetivas em fornecer passagem para aves, exercendo papel semelhante ao dos corredores ecológicos, locais de pouso, forrageamento e nidificação (Fernández-Juricic 2000a). Dessa forma, o Eixão pode ser capaz de abrigar uma elevada diversidade de aves em seus canteiros arborizados.

A infraestrutura verde influencia a ocupação e distribuição das aves no ambiente urbano. Especificamente, os recursos fornecidos pela vegetação de variados hábitos (Clergeau et al. 2006; de Toledo, Donatelli, and Batista 2012), a presença de árvores adultas e de grande porte (Barth, FitzGibbon, and Wilson 2015; Fernández-Juricic 2000a; 2000b), a riqueza de árvores nativas (Pena et al. 2017a) e exóticas (Ikin et al. 2013)e proporção de área verde na malha urbana (Kang et al. 2015) influenciam a riqueza e diversidade de aves em cidades (Dale 2018). A presença de parques

com fragmentos de ecossistemas em bom estado de conservação (Fernández-Juricic 2000a) facilita a conectividade entre paisagens preservadas e áreas urbanas e incrementa a diversidade de aves nas cidades (Grafius et al. 2017). A arborização ao longo de todo o Eixão, espécies arbóreas ornitocóricas, recursos florísticos, locais para nidificação, presença de árvores adultas e presença de parques próximos que podem ter servido de apoio para comunidade de aves encontrada.

O Cerrado brasileiro consiste de um mosaico de fitofisionomias que confere grande heterogeneidade à paisagem, o que contribui para a elevada riqueza e diversidade de aves (Souza et al. 2019). Em ambientes urbanos, a heterogeneidade criada pela combinação entre áreas verdes e áreas construídas é fundamental para criar oportunidades para diferentes espécies de aves no meio urbano (Reis, López-Iborra, and Pinheiro 2012; Souza et al. 2019). Os canteiros arborizados deste estudo ladeiam em suas partes internas a principal via que cruza toda a extensão da escala residencial de Brasília. Em suas partes externas, os mesmos canteiros emolduram os prédios residenciais dessa escala, que também é internamente arborizada (Lima and Silva Júnior 2010). Esse arranjo cria bosques interligados e contribuiu para criar ambientes propícios à manutenção de fauna na área urbana, já que nos maciços arborizados há abrigo, alimento, estruturas para nidificação e trânsito entre áreas verdes (Barth, FitzGibbon, and Wilson 2015; Melles, Glenn, and Martin 2003; Rodrigues, Borges-Martins, and Zilio 2018; Anne Gomes Sacco, Bergmann, and Rui 2013). Em estudo realizado em outra cidade do Cerrado brasileiro (Palmas, Tocantins), Reis et al (2012) observaram correlação positiva entre a presença de áreas residenciais e arborização de médio porte com a avifauna urbana. Nesse sentido, algumas espécies de aves podem ser favorecidas pela associação de árvores com áreas construídas (residências, postes e fios elétricos) (Evans, Newson, and Gaston 2009). É possível que as espécies mais abundantes do Eixão foram favorecidas pela heterogeneidade da paisagem.

As espécies de aves mais abundantes deste estudo são consideradas muito tolerantes à urbanização (Abilhoa and Amorin 2017). *F. rufus*, *C. livea*, *B. chiriri*, *P. sulphuratus*. Sabe-se que as aves urbanas tolerantes tendem a aumentar sua abundância (Blair 1996). Uma possível explicação é que áreas urbanas atuam como filtros na seleção de espécies da fauna que se adaptam às cidades (Evans, Newson, and Gaston 2009). Esse fenômeno resulta no aumento da coexistência de táxons funcionalmente similares (Sol et al. 2017; Callaghan, et al. 2019a). Os traços taxonômicos e o nível de tolerância explicam os fatores que determinam a existência e abundância de animais no meio

urbano (Sol et al. 2013). Nichos amplos e estratégias alimentares menos especializadas são essenciais para se adaptar e persistir no meio urbano (Crocì , Butet, and Clergeau 2008; Callaghan et al. 2019ab).

Os Passeriformes são um clado rico em espécies em todo mundo (Ricklefs 2012). Seu sucesso de sobrevivência e adaptação em ambientes perturbados reside na capacidade de ocupar diferentes locais (Ricklefs 2012). *F. rufus* e *M. saturninus* são exemplos de espécies que usaram os recursos na área deste estudo de diferentes maneiras. *F. rufus* é uma espécie favorecida pelo desmatamento brasileiro, que coloniza locais diversos de sua distribuição original (Sick 1997). Essa espécie, que é considerada tolerante ao meio urbano (Abilhoa and Amorin 2017), foi a mais abundante e uma das mais frequentes nos pontos de amostragem deste estudo. A distribuição geográfica *F. rufus* pode estar associada ao hábito de se produzir uma mistura de lama e capim para construção de ninhos (Shibuya, Braga, and Roper 2015). Lama e capim são facilmente encontrados em áreas urbanas e em processo de urbanização. Neste estudo, observou-se que *F. rufus* construiu ninhos ao longo dos canteiros arborizados. *M. saturninus* apesar de não ser tolerante ao meio urbano (Abilhoa and Amorin 2017), possui sucesso reprodutivo em vários habitats. Ela é considerada comum em áreas abertas, com arbustos isolados do Cerrado e em cidades (Sick 1997). *M. saturninus* não foi a espécie mais abundante e frequente, mas é comum na área residencial do Plano Piloto de Brasília (Oliveira et al. 2011).

Entre os Passeriformes, a família mais rica foi Tyrannidae, maior família de aves no Brasil (Piacentini et al. 2015). Essa família é conhecida por ser insetívora/onívora, possuir diversas técnicas de forrageamento (Liliane Martins-Oliveira et al. 2012) e habita uma variedade de ambientes, desde densas florestas tropicais até pastagens (Burns et al. 2014). *P. sulphuratus*, por exemplo, é adaptado aos ambientes urbanos brasileiros (Sick 1997) e neste estudo foi a espécie mais frequente nos pontos amostrais. Trata-se de uma espécie de ave generalista, capaz de explorar diversos recursos disponíveis nas cidades o que facilita seu sucesso em se estabelecer em ambientes urbanos (Liliane Martins-Oliveira et al. 2012) (Figura 3.4). Todavia, como sua distribuição é incerta e ela não sofre influências de fatores sazonais ou locais, essa espécie não é considerada uma boa indicadora ambiental (Amâncio, De Souza, and Melo 2008) Thraupidae é a segunda maior família de aves nas regiões neotropicais. Tiranídeos são comuns em paisagens urbanas brasileiras em diferentes regiões do país (Fontana et al. 2011; Reis et al. 2012). São capazes de ocupar

diferentes ambientes, como parques urbanos, praças, jardins (Galina and Gimenes 2006; Braga et al. 2010; Perillo et al. 2017) e ruas com distintas características locais da arborização (Pena et al. 2017a).

Outras ordens ocorreram na área de estudo, como os Psittacidae. Em nível global, essa ordem possui menos espécies capazes de explorar o meio urbano do que as outras famílias mencionadas (Sol et al. 2017). No Brasil, existem inúmeras espécies que respondem de maneira diferente a alterações (Sick 1997; Marques et al. 2018). Algumas espécies são pouco exigentes para habitat, menos sensíveis à urbanização e com diferentes estratégias de forrageamento (Sick 1997; Marques et al. 2018). *B. chiriri* segue esse exemplo e foi uma das espécies mais abundantes e frequentes em todos os pontos amostrais. O grande número de árvores frutíferas deve ter atraído as aves até os canteiros, porque *B. chiriri* usa várias fontes de frutos e alimentos quando necessário (Souza et al. 2019) (Figura 3.4). As famílias Trochillidae e Columbidae possuem muitos representantes em áreas urbanas (Sol et al. 2017). No Brasil, a família Trochillidae possui ampla distribuição geográfica (Sick 1997) e na matriz urbana, aves dessa família associam-se à disponibilidade de recurso floral não-ornitofílico (Mendonça and Anjos 2005), sobretudo no inverno, quando espécies migram para áreas floridas (Negret 1988). Observou-se neste estudo que *E. macroura* visitou diferentes espécies de árvores dos gêneros *Handroanthus* sp., *Tabebuia* sp. e *Ceiba* sp. plantadas ao longo dos canteiros do Eixão (Figura 3.4).

A família Columbidae é conhecida por possuir muitas espécies tolerantes ao meio urbano (Sol et al. 2017). *C. livia*, por exemplo, foi a espécie mais frequente em todos os pontos amostrais. Contudo, a abundância dessa espécie se concentrou nos sítios próximos a áreas comerciais e com maior densidade humana. Neste estudo não foi constatado o uso de recursos arbóreos por *C. livia*, espécie exótica ao continente americano (Sick 1997). *P. domesticus* e *E. astrild*, igualmente exótico nas américas (Sick, 1997), foram pouco frequentes e pouco abundantes nos canteiros da área de estudo, apesar de serem muito associados a ambientes urbanos ou a pastagens (Case 1996; Sick 1997). Estudos tem demonstrados baixas frequência e abundância de *P. domesticus* em regiões mais arborizadas das cidades (MacGregor-Fors and Schondube 2011). *P. domesticus* e *E. astrild* foram capazes de usar a paisagem urbana de Brasília e pareceram responder positivamente à urbanização. Elas são espécies generalistas muito atraídas para locais com maior disponibilidade de alguns alimentos humanos e terrenos baldios nas cidades (Evans, Newson, and Gaston 2009; MacGregor-

Fors and Schondube 2011). Além disso, a menor complexidade estrutural das cidades beneficia espécies menos exigentes em detrimento de espécies especialistas (Ortega-Álvarez and MacGregor-Fors 2011). A diversidade de aves nas cidades diminui na medida em que o nível de urbanização se acentua (Crocì, Butet, and Clergeau 2008; Chace and Walsh 2006; Ortega-Álvarez and MacGregor-Fors 2011). Espécies adaptadas às estruturas artificiais dos centros urbanos e aos recursos alimentares humanos se beneficiam e dominam o ambiente, como *C. livia* ((MacGregor-Fors and Schondube 2011).

As aves nativas amostradas neste estudo são espécies de áreas campestres e abertas, mas que usam também ecossistemas florestais. O bioma Cerrado apresenta quatorze fitofisionomias distribuídas em formações campestres, savânicas e florestais (Ribeiro and Walter 2008). Características da vegetação influenciam a presença de aves, pois algumas são restritas a determinadas formações fitofisionômicas (Bagno e Marinho-Filho 2001). Algumas aves nativas do Cerrado realizam rotatividade diária entre áreas mais densa e áreas abertas (Cavalcanti 1999) como estratégia para maximizar a obtenção de recursos (Tubelis and Cavalcanti 2001). Essa estratégia favorece a riqueza de espécies em áreas campestres, bordas de matas e áreas abertas (Jesus, Pedro, and Bispo 2018). Muitas aves não têm restrições de deslocamento entre fragmentos de vegetação preservados e áreas fragmentadas (Jesus, Pedro and Bispo 2018).



Figura 3.4. Uma rua urbana tem diversas limitações, mas foram atrativos para muitas espécies de aves. Entre elas: (A) *Furnarius rufus* construindo ninho; (B). As flores de *Tabebuia* sp. sendo atrativo para *Eupetomena macroura* na época de inverno; (C) *Brotogeris chiriri* alimentando de frutos de *Ceiba speciosa* uma espécie de dispersão anemocórica (Alencar, 2008); (D) E *Syzygium cumini* uma árvore exótica (Lima and Silva Junior 2010), mas que serviu de alimento para *Pitangus sulphuratus*.Fotos: Guimarães, M.M.

A expansão urbana e da agricultura no Distrito Federal concentra-se em áreas campestres (Cavalcanti 1999), deslocando a avifauna típica dessa formação. Os dados encontrados neste estudo sugerem que a maioria das aves são de origem campestre e generalistas. Portanto, canteiros lineares ao longo de ruas ou rodovias são efetivos em fornecer passagem para aves, exercendo papel semelhante ao dos corredores ecológicos (Fernández-Juricic 2000a; Matsuba, Nishijima, and Katoh 2016). Os canteiros arborizados do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília foram considerados corredores ecológicos em estudo anterior (Corrêa et al. 2006) e eles dão suporte à presença de algumas espécies de aves na parte central da cidade. Apesar da presença de 86 espécies identificadas neste estudo (Tabela 3.1), não se encontrou espécie endêmica do Cerrado na área urbana estudada (Gwynne et al. 2010; Oliveira et al. 2011). O corredor verde (Corrêa et al. 2006), representado pelos canteiros arborizados deste estudo, não apresentou condições ecológicas suficientes para dar suporte a espécies de aves especialistas, fato comum em ambientes urbanos arborizados (Blair, 1996; Cavalcanti, 1999).

Algumas espécies que ocorreram com pouco registro foram amostradas na área de estudo. Como exemplo, *Nyctibius griseus*, *Thalurania furcata*, *Taraba major*, *Phacellodomus rufifrons* (Tabela 3.1) habitam bordas de matas ou árvores em áreas abertas (Sick, 1997) e não são comuns em cidades (Gwynne et al. 2010). *Galbula ruficauda* e *Myiodynastes maculatus* se associam a ambientes florestais e também não costumam ocorrer em cidades (Gwynne et al. 2010). Outras espécies, como *Myiodynastes maculatus*, *Tyrannus melancholicus*, *Tyrannus savanna*, *Empidonamus varius* e *Griseotyrannus aurantioatrocristatus*, migram na primavera e aumentam a diversidade de aves no Distrito Federal em setembro e outubro (Negret, 1988). Nesse caso, recursos nas cidades para aves migratórias podem existir na infraestrutura verde (Evans et al. 2011). *Ardea alba* e *Amazonetta brasiliensis* são espécies aquáticas, e o suporte dado pelo Lago Paranoá, que emoldura o Plano Piloto de Brasília, demanda estudo. Assim, o Eixão é capaz de abrigar uma grande diversidade de aves provindas de áreas naturais adjacentes ou migrantes, servindo de suporte para sobrevivência de algumas espécies que buscam recursos em ambientes urbanos. Por isso, na falta de *habitats* nativas diferentes espécies vegetais urbanas podem fornecer recursos diversificados e servir de proteção para aves, por exemplo, com dieta mais diversas para onívoros e várias oportunidades de nidificação (Murgui 2007).

As cidades precisam de infraestrutura verde para conectar *habitats* nativos e assim mitigar os efeitos negativos da urbanização (Kanget al. 2015). Estudos sobre aves no meio urbano são importantes, porque ainda é obscuro o efeito da urbanização sobre a riqueza de aves (Reis et al. 2012). É preciso compreender os novos padrões ambientais diante da acelerada transformação das cidades (Grimm et al. 2008). Atividades de planejamento e gestão urbana podem ser implementadas com base em uma composição diversificada de árvores nativas (Corrêa et al. 2015; Corrêa 2015), que contribuiriam para resgatar a natureza nas cidades (Souza et al. 2019).

3.3 Conclusão

Os resultados obtidos reforçam que a diversidade da avifauna esteja diretamente relacionada à vegetação dos canteiros do Eixão. As aves generalistas e oportunistas encontradas neste estudo podem frequentemente, ser encontradas em áreas urbanas, mas espécies especialistas e restritas vivem em ambientes preservados. Como já era esperado, abundância de algumas espécies foram mais pronunciadas em detrimento de outras. As aves encontradas apresentam em sua maioria habitat de origem campestre e abertas. Na necessidade de obtenção de recursos usam ecossistemas florestais. Todavia, na falta de habitats preservados algumas usam recursos da arborização urbana. Os canteiros do Eixão ofereceram locais de pouso, descanso, recursos alimentares e ambientes para reprodução. Como exemplo, áreas residenciais próximas dos canteiros do Eixão.

Neste estudo, uma rua arborizada abrigou uma rica quantidade de aves, mas apenas espécies que suportam as limitações da urbanização. A abundância e frequência foi observada por espécies generalistas e provindas de áreas campestres e abertas. Neste sentido, os canteiros arborizados têm uma importância para avifauna, constituindo um refúgio nesses ambientes muito antrópicos. Em geral, as mesmas aves generalistas foram registradas em locais similares, pois a vegetação da rua, os veículos e a disponibilidade de alimento eram semelhantes. Isto demonstra a necessidade de um manejo mais adequado dos canteiros de ruas, visando oferecer condições favoráveis para sustentação de diferentes espécies de aves.

Capítulo 2

A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO E DO RUÍDO SOBRE AVIFAUNA DO EIXÃO



4.1 Resultados

Avifauna

Registrou-se cerca de 1878 indivíduos e 78 espécies de aves após retirar aquelas que sobrevoaram acima de 20 metros e vocalizaram. Destas, 1074 indivíduos e 66 espécies pousaram nas árvores dos pontos. As cinco espécies que mais pousaram foram: *Brotogeris chiriri* (103 indivíduos), *Tyrannus melancholicus* (90 indivíduos), *Patagioenas picazuro* (87 indivíduos), *Furnarius rufus* (85 indivíduos) e *Pitangus sulphuratus* (84 indivíduos) (Tabela 4.1). Quanto a dieta das aves que pousaram, 29 espécies são consideradas onívoras, 19 são espécies insetívoras, 7 são espécies granívoras, 4 são espécies carnívoras e 2 são espécies frugívoras (Tabela 4.1).

Arborização urbana

Foram registrados na área de estudo 1.156 espécimes arbóreos distribuídos em 15 famílias, 36 gêneros e 53 espécies. Cinco espécies de árvores não foram identificadas (Tabela 4.2). As espécies mais representadas foram *Tabebuia rosea* (215 indivíduos), *Handroanthus serratifolius* (162 indivíduos), *Syzygium cumini* (88 indivíduos) e *Tabebuia roseoalba* (81 indivíduos). Houve um predomínio de espécies decíduas (27 espécies) sobre as perenes (21 espécies). O tipo de dispersão predominante foi a anemocoria (24 espécies), seguido de ornitocórica (11 espécies), autocórica (8 espécies) e zoocórica (5 espécies). Foram identificadas 18 espécies nativas do bioma Cerrado, 16 espécies exóticas à flora brasileira e 14 espécies de outros biomas brasileiros.

A maioria das características funcionais das espécies arbóreas amostradas não apresentou relações com suporte estatístico com a riqueza e diversidade de aves que pousaram nas árvores. Em contrapartida, os valores de abundância de pousos estão correlacionados positivamente com a abundância de árvores na área de estudo ($R^2 = 83$; $p < 0,05$) (Figura 4.1). As parcelas com maiores valores de número de indivíduos arbóreas situaram em frente Quadras 213 Sul (Ponto 30 = 160 indivíduos), 112 Norte (Ponto 5 = 150 indivíduos) e 215 Norte (Ponto 2 = 142 indivíduos) (Tabela 4.3).

As abundâncias de aves pousaram nas árvores correlacionou com a riqueza de espécies arbóreas decíduas ($R^2 = 52$; $p < 0,05$) (Figura 4.2). Da mesma forma o número de espécies de árvores decíduas correlacionou positivamente a diversidade de aves ($R^2 = 66$; $p < 0,05$) (Figura 4.3). Todavia, o aumento do número de indivíduos de árvores autocóricas diminui a diversidade de aves que pousaram nas árvores amostradas ($R^2 = 55$; $p < 0,05$) (Figura 4.3). A riqueza, abundância e diversidade de pouso das aves foram correlacionadas positivamente pela sazonalidade (chuva e seca) da região ($p < 0,05$) (Figura 4.4).

Tabela 4.1 Espécies de aves registradas pousando nas árvores do Eixão Rodoviário de Brasília. Abundância de pousos significa o número total de indivíduos. Fru = Frugívoro; Gra = granívoro; Oni = Onívoro; Nec = Nectarívoro

TAXON		Abundância de pousos	Dieta
ORDEM /Família /Espécie	Nome Popular		
COLUMBIFORMES			
Columbidae			
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	2	Gra
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou	5	Gra
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	2	Oni
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	asa-branca	87	Oni
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	avoante	11	Gra
CUCULIFORMES			
Cuculidae			
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	28	Ins

<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	3	Ins
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	11	Ins
STRIGIFORMES			
Strigidae			
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	caburé	2	Car
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	11	Car
NYCTIBIIFORMES			
Nyctibiidae			
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	urutau	1	Ins
APODIFORMES			
Apodidae			
Trochilidae			
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	rabo-branco-acanelado	3	Nec
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	59	Nec
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	3	Nec
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	8	Nec
GALBULIFORMES			
Galbulidae			
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba	2	Ins
PICIFORMES			
Ramphastidae			
<i>Ramphastos toco</i> Statius Muller, 1776	tucanuçu	1	Oni
Picidae			
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	23	Ins
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-do-campo	6	Ins
FALCONIFORMES			
Falconidae			
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	6	Car
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	quiriquiri	2	Car
PSITTACIFORMES			
Psittacidae			
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	5	
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-verde	2	Fru
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	103	Oni
PASSERIFORMES			
Thamnophilidae			
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	1	Ins
Dendrocolaptidae			
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-cerrado	8	Ins
Furnariidae			
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	85	Ins

<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)	joão-de-pau	1	Ins
Rhynchocyclidae			
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	15	Ins
Tyrannidae			
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	16	Ins
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	20	Oni
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	84	Oni
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	1	Ins
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	19	Oni
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	4	Oni
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	90	Oni
<i>Tyrannus savana</i> Daudin, 1802	tesourinha	29	Ins
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	peitica-de-chapéu-preto	3	Oni
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	peitica	4	Oni
<i>Xolmis cinereus</i> (Vieillot, 1816)	primavera	16	Ins
Vireonidae			
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	19	Oni
Hirundinidae			
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	5	Ins
Troglodytidae			
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	18	Ins
Poliptilidae			
<i>Poliptila dumicola</i> (Vieillot, 1817)	balança-rabo-de-máscara	5	Ins
Turdidae			
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-branco	4	Oni
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	30	Oni
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	8	Oni
Mimidae			
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	59	Oni
Passerellidae			
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	tico-tico	4	Oni
Icteridae			
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro;	22	Oni
<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	pássaro-preto	6	Oni
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	chupim	6	Oni
Thraupidae			
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	24	Oni
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	1	Oni
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	15	Oni
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	19	Oni
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	12	Gra

<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	saí-andorinha	6	Oni
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	1	Oni
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	14	Oni
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	3	Gra
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano	1	Gra
<i>Sporophila caeruleascens</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho	2	Gra
Fringillidae			
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	1	Fru
Estrildidae			
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	2	Oni
Passeridae			
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	5	Oni
Não-identificado	-	1	-

Tabela 4.2. Lista das espécies arbóreas amostradas no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília. Per – perene (folhas ao longo do ano); Dec- decídua ou caducifólia (perde as folhas na seca/inverno); Ane – anemocórica (dispersão por vento); Aut = autocórica (dispersão por gravidade) ; Zoo – zoocórica (dispersão por animais); Orn – ornitocórica (dispersão exclusiva por aves); Nativa/Cerrado (espécies nativas do bioma Cerrado); Nativa/outros (espécies nativas de outros biomas brasileiros) e Exótica (não-nativa). Ma= Mata Atlântica, Am =Amazônia, Ca = Caatinga, Pa = Pantanal.

Táxon	Características funcionais					Abundância
	Família /Espécie	Nome popular	Deciduidade	Dispersão	Habitat /Ocorrência	
Anacardiaceae						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajeiro	Per	Zoo	Nativa/Cerrado	6	
<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	Per	Zoo	Exótica	67	
Arecaceae						
<i>Syagrus</i> sp.	palmeira	Per	Orn	Nativa/outro (Ma)	11	
Bignoniaceae						
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	1	
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo	Dec	Ane	Nativa/outro (Am, Ma, Ca, Pa)	56	
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-rosa	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	35	
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	ipê-amarelo	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	1	
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	ipê-amarelo	Dec	Ane	Nativa/outro (Am)	162	
<i>Handroanthus</i> sp.	ipê	Dec	Ane	Nativa/outro	3	
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	ipê-amarelo	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	31	
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	ipê-rosa	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	275	
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	ipê branco	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	81	
<i>Tabebuia</i> sp.	ipê	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	15	
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	jacarandá	Dec	Ane	Exótica	2	
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	xixi de macaco	Dec	Ane	Exótica	10	
Chrysobalanaceae						
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	oiti	Per	Orn	Nativa/outro (Ma)	1	
Fabaceae						
<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth.	albizia	Dec	Ane	Exótica	1	

Táxon	Características funcionais				Abundância
	Família /Espécie	Nome popular	Deciduidade	Dispersão	
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	farinha-seca	Dec	Aut	Nativa/Cerrado	8
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	angico	Dec	Aut	Nativa/Cerrado	13
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	angico	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	11
<i>Anadenanthera</i> sp.	angico	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	10
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	Dec	Orn	Nativa/Cerrado	2
<i>Leucaena eucocephala</i> (Lam.) de Wit	leucena	Per	Aut	Exótica	8
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	pau-ferro	Per	Aut	Exótica	8
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	sabiá	Per	Aut	Nativa/outro(Ca)	1
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim-bravo	Dec	Ane	Nativa/outro (Ca, Ma,Pa)	14
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz	sibipiruna	Per	Aut	Nativa/outro (Ma)	34
<i>Cassia grandis</i> L. F.	cássia-rosa	Dec	Aut	Exótica	3
Não identificada 1					1
Não identificada 2					4
Lecythidaceae					
<i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	jequitibá	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	4
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	sapucaia	Dec	Zoo	Nativa/outro (Ma)	10
Lythraceae					
<i>Physocalymma_scaberrimum</i> Pohl	pau-de-rosas	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	16
Malvaceae					
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	barriguda	Dec	Ane	Nativa/Cerrado	5
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	mutamba	Dec	Orn	Nativa/Cerrado	6
Meliaceae					
<i>Swietenia macrophylla</i> King	mogno	Per	Ane	Nativa/outro (Am)	2
Melastomataceae					
<i>Pleroma granulorum</i> (Desr.) D. Don	quaresmeira	Per	Ane	Nativa/outro (Ma)	17
Moraceae					
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaqueira	Per	Orn	Exótica	16

Táxon	Características funcionais				Abundância
	Família /Espécie	Nome popular	Deciduidade	Dispersão	
<i>Morus nigra</i> L.	amoreira	Per	Orn	Exótica	17
<i>Ficus benjamina</i> L.	figueira	Per	Orn	Exótica	1
Myrtaceae					
<i>Eucalyptus</i> sp.	eucalipto	Per	Ane	Exótica	2
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	Per	Orn	Nativa/Cerrado	37
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	jamelão	Per	Orn	Exótica	88
Nyctaginaceae					
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	bougainville	Per	Ane	Nativa/outro(Ca, Ma)	3
Oleaceae					
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	alfeneiro	Per	Orn	Exótica	15
Pinacea					
<i>Pinus</i> sp.	pinheiro	Per	Ane	Exótica	6
Rhamnaceae					
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	uva-do-Japão	Dec	Orn	Exótica	4
Rubiaceae					
<i>Genipa americana</i> L.	genipapo	Dec	Zoo	Nativa/outro(Am, Ma)	11
Rutaceae					
<i>Citrus</i> sp.	citrinos	Per	Aut	Exótica	1
Sapindaceae					
Não identificada 3					2
Sapotaceae					
<i>Micropholis</i> sp.	Curupixá	Per	Zoo	Nativa/outro(Am)	5
Não-identificada 4					3
Não-identificada 5					10

Tabela 4.3. Valores das 10 parcelas/quadras do levantamento florístico. (NI) número de indivíduos, (NE) número de espécies, (DI) diversidade de árvores. (*) os valores do número de indivíduos de árvores foram significativos para os pousos das aves.

Pontos	Quadras	NI*	NE	DI	Área basal/ m ² ha ⁻¹
1	116 Norte	113	13	1,77	31,3
2	215 Norte	142	14	2,04	26,4
3	114 Norte	130	15	2,16	16,1
4	213 Norte	77	13	2,19	16,1
5	112 Norte	150	15	2,00	30,4
29	112 Sul	58	13	1,97	14,0
30	213 Sul	160	19	2,49	30,2
30	214 Sul	115	20	2,45	36,7
31	115 Sul	89	13	1,98	15,5
32	216 Sul	122	15	2,16	11,9

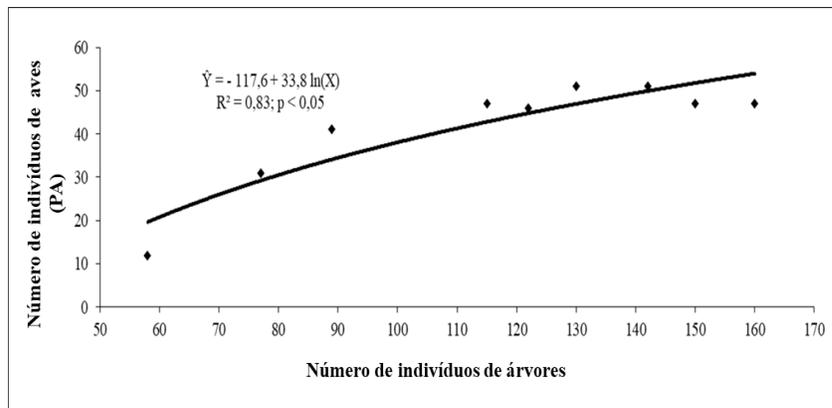


Figura 4.1. Relação entre o número de indivíduos de árvores e de indivíduos de aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).

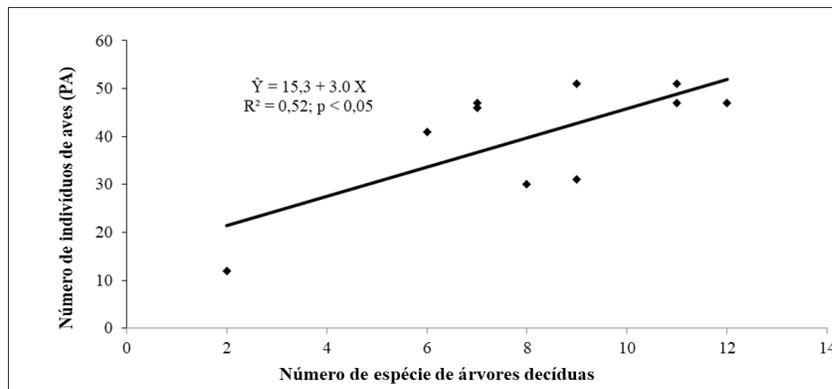


Figura 4.2. Relação entre o número de espécies de árvores decíduas e do número de indivíduos de aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).

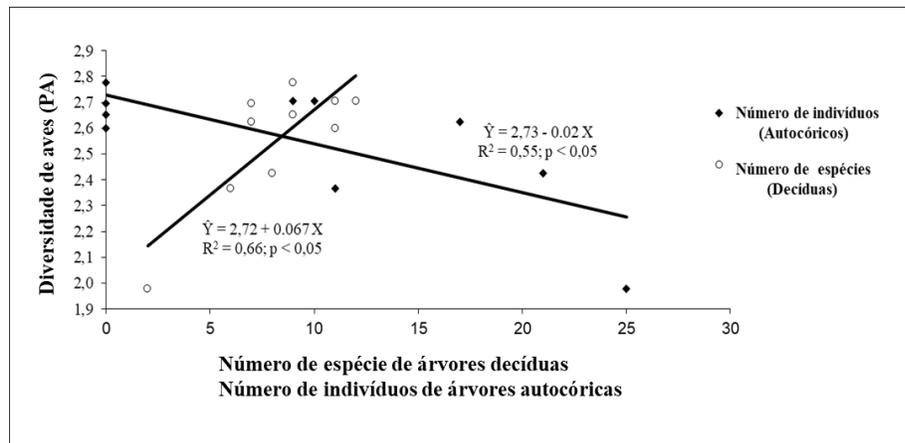


Figura 4.3. Relação entre o número de espécies de árvores decíduas e do número de árvores autocóricas e diversidade de aves que pousaram nas árvores do Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão).

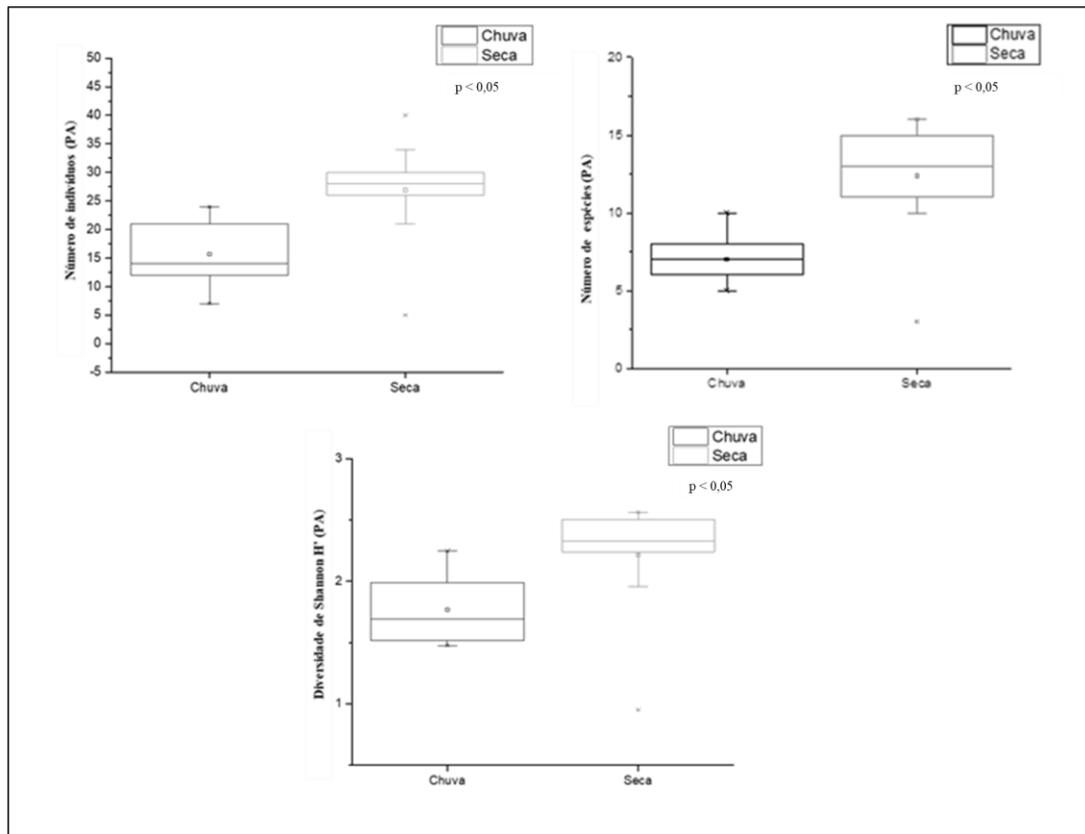


Figura 4.4. Diferença entre o número de indivíduos, número de espécies, diversidade de aves que pousaram nas árvores (PA) em relação à sazonalidade (seca e chuva).

Ruído antropogênico

O teste foi significativo entre ruído elevado e reduzido, tanto para dBMin (Wilcoxon test: $Z = 11306$, $p < 0,05$; $M_{\text{reduzido}} = 52$; $M_{\text{elevado}} = 60.2$) e dBMax (Wilcoxon test: $Z = 9448$, $p < 0,05$; $M_{\text{reduzido}} = 59.7$; $M_{\text{elevado}} = 69.8$) (Figura 4.5). Em que o ruído reduzido é estatisticamente menor que os dias de ruído elevado. A riqueza, abundância e diversidade de aves foram influenciadas positivamente pelos níveis de ruído medidos na ruído elevado e reduzido da região (Figura 4.6). O ruído reduzido exerceu influência significativa sobre a abundância, riqueza e consequentemente, a diversidade de aves que pousam nas árvores dos locais amostrados ($p < 0,05$) (Figura 4.6).

Registraram-se diferenças significativas das variáveis sobre a avifauna com ruído reduzido comparados com ruído elevado (Figura 4.7). Os resultados corroboraram com a hipótese alternativa de que as variáveis apresentam diferenças entre dias da semana, sendo maiores valores de abundância, riqueza, e diversidade de aves sob menores níveis de ruído medidos.

Portanto, o número de indivíduos ($F = 9.288$, gl: 62, $p = 0.00339$), o número de espécies ($F = 15.11$, gl 62, $p = 0.00025$), diversidade de aves ($H = 8.8486$, gl: 1, $p = 0.002933$), o número de indivíduos que pousaram nas árvores ($F = 18.78$, gl: 62, $p = 5.48 \times 10^{-5}$) e o número de indivíduos que forrageavam no momento do levantamento ($F = 6.292$, gl: 62, $p = 0.0148$) (Figura 4.7). Todavia, não foram encontradas diferenças significativas para número de indivíduos que pousaram no chão ($F = 1.569$, gl: 62, $p = 0.215$) e número de indivíduos que nidificaram ($H = 0.15258$, gl: 1, $p = 0.6961$) (Figura 4.7).

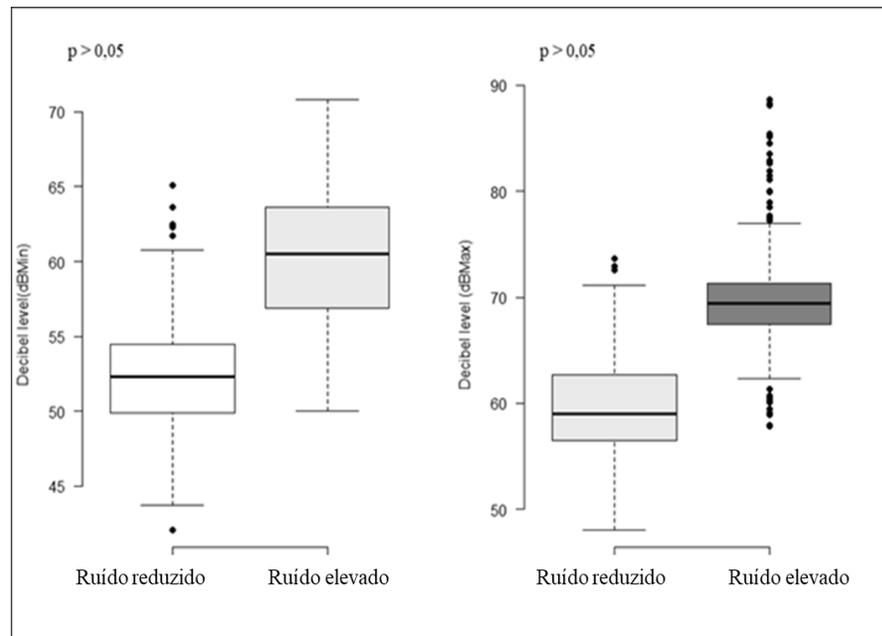


Figura 4.5. Demonstração das diferenças significativas entre os decibéis mensurados com ruído elevado e reduzido. Os valores dos dias com menor ruído foram menores que os valores com maior ruído tanto para o máximo e mínimo decibel (dB).

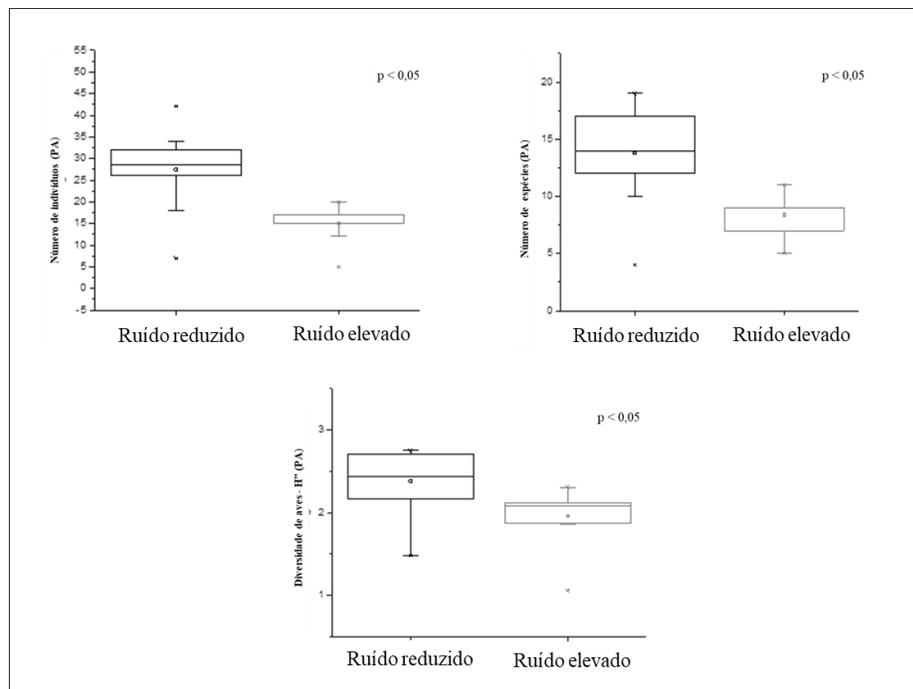


Figura 4.6. Diferença entre o número de indivíduos, número de espécies, diversidade de aves que pousaram nas árvores (PA) com ruído reduzido e com ruído elevado.

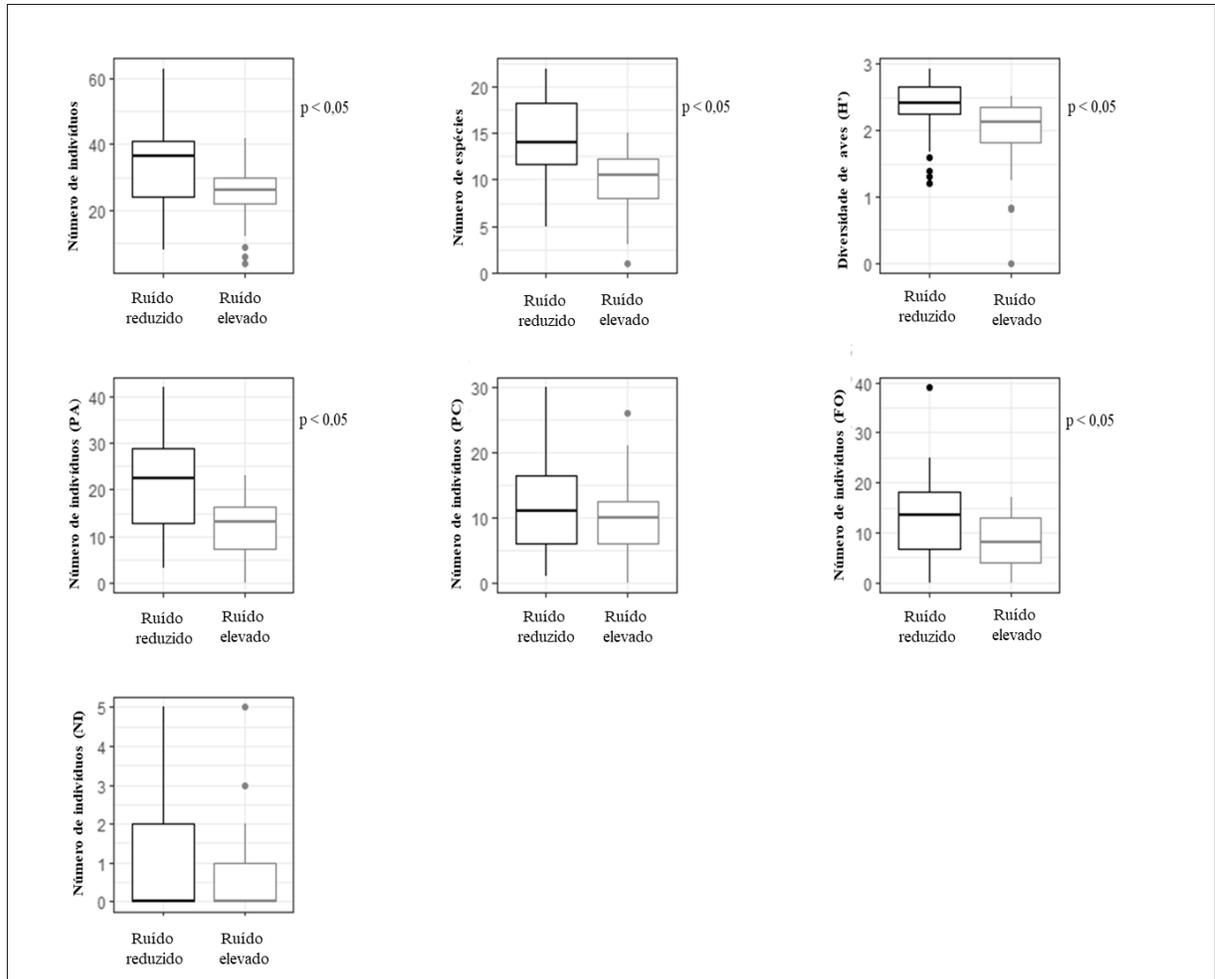


Figura 4.7. As diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o ruído elevado o ruído reduzido em relação aos critérios de anotação das aves (Pouso na árvore – PA; Pouso no chão – PC; Forrageio – FO e Nidificação – NI). O ruído reduzido exerceu influência positiva na avifauna do Eixão.

4.2 Discussão

Demonstramos que a intervenção pontual de se fechar o Eixão e reduzir o ruído possui uma relação positiva com avifauna. Nos dias de menor ruído, observamos maior riqueza, abundância, diversidade, atos de forrageamento e pousos nas árvores. À abundância de árvores e as características da arborização também estão positivamente relacionadas com a avifauna. Como exemplo, a dispersão anemocórica e a deciduidade do tipo decídua que exerceram influência positiva sobre as aves. A estação seca influenciou positivamente a ocorrência de aves que pousaram nas árvores.

Arborização urbana

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que as aves pousaram em locais com maior abundância de árvores. As Quadras, 213 Sul, 112 Norte, 215 Norte apresentaram mais abundância de árvores. Essa abundância resultou significativamente em maior número de aves que pousaram nas árvores, corroborando dados da literatura (Fontana, Burger, and Magnusson 2011; Reis, López-Iborra, and Pinheiro 2012; de Toledo, Donatelli, and Batista 2012; Souza et al. 2019; Pena et al. 2017a; Perillo et al. 2017; Rodrigues, Borges-Martins, and Zilio 2018). Como observado em outros estudos, jardins, canteiros e parques geralmente apresentam maior número de aves (Evans, Newson, and Gaston 2009; Aronson et al. 2014). A elevada proporção de espaços verdes que permeiam a malha urbana de Brasília eleva a qualidade ambiental da cidade (Corrêa 2015). Os benefícios foram o aumento da abundância de aves que pousaram nas árvores da área de estudo e, conseqüentemente, o aumento da capacidade de suporte para as aves que habitam a cidade. O efeito da arborização sobre a maior abundância de aves pode estar relacionado à diminuição de chances de predação desses indivíduos, pelo abrigo que as árvores proporcionam (Morelli et al. 2014).

A riqueza de árvores caducifólias está positivamente relacionada a abundância e diversidade de aves que pousam nas árvores. As árvores sem folhas podem servir de poleiro durante a procura de alimento, pois permitem melhor visualização de algumas aves onívoras e insetívoras (Martins-Oliveira et al. 2012). Os locais com árvores sem folhas podem favorecer um campo de visão elevado para descanso, vocalização e são bons locais para espécies que necessitam de maior raio de busca (Sewell and Catteral 1998). Muitas aves pousam em diferentes quantidades de folhagem para investir na presa, seja no ar e no solo (Gabriel and Pizo 2005). Os representantes

generalistas da família Tyrannidae provindos de áreas campestres usam diferentes substratos de forragemaneto de árvores sem folhas durante a estação seca (Gabriel and Pizo, 2005). Esse tipo de comportamento favorece a sua sobrevivência e estabelecimentos desse grupo em ambientes urbanos (Martins-Oliveira et al. 2012). Os tiranídeos foram a família mais representativa em números de espécie no Eixão.

A perda de folhas é mecanismo de resposta à variabilidade estacional bem marcada de água disponível e a queda de temperatura (Antas 1983) e as aves respondem aos mecanismos biológicos da vegetação (Gray and Heezik 2016). Árvores de espécies decíduas apresentam picos de floração na seca, propiciando benefícios para aves urbanas. As espécies *Tabebuia rósea*, *Handroanthus serratifolius* e *Tabebuia roseoalba*, popularmente conhecidos como ipês, serviram de poleiro para muitas aves. Essas espécies são da família Bignoniaceae, têm flores atrativas (dos Santos and Ragusa-Netto 2013; Martini, Biondi, and Batista 2011) e foram as mais abundantes no Eixão. Souza et al. (2019) também observaram que os ipês nas ruas, avenidas e canteiros da cidade de Campo Grande foram usados pelas aves. Eles explicam que esses recursos podem fornecer alimento importante para as aves. A presença de flores na cidade é importante, pois elas fornecem recurso para as aves e, conseqüentemente, aumentam suas populações (Silva 2018). Para sobreviver nas cidades, algumas aves podem adotar diferentes técnicas de forrageio e consumir novos itens alimentares no período de escassez (Silva 2018). E outras espécies podem aumentar suas populações, pois já incluem recursos florais na dieta, como o, *B.chiriri*, *E. aurea*, *T. leucomelas*, *Ipyrrhopterus*, *C. gujanensis* *M. bonariensis*, *T. sayaca*, *T.palmarum*, *T. cayana*, *C. flaveola* (Silva 2018).

A abundância, riqueza e diversidade de aves que pousaram nas árvores foram maiores na estação seca. O Cerrado possui um clima com estações chuvosas e secas bem marcadas, muitas espécies vegetais estão relacionadas com a sazonalidade (Lenza and Klink 2006). Verificou-se que áreas nativas de Cerrado sentido restrito podem apresentar um período de escassez de recursos na estação seca (Silvério and Lenza 2010). É possível que as aves generalistas adotem estratégias para garantir alimento em épocas de baixa frutificação (Manhães 2003). O que pode ter colaborado com o maior número de espécies onívoras que pousaram nas árvores do Eixão. O predomínio de onívoros é frequentemente observado em ambiente antrópico e pode estar relacionado ao fato de estas espécies poderem explorar uma maior variedade de recursos (Oliveira, Franchin and Marçal-

Junior 2015). Todavia, as aves frugívoras estão entre aquelas que desaparecem em ambientes urbanos, porque não encontram áreas extensas para satisfazer suas atividades e manter populações viáveis (Pizo, 2001; Purificação et al. 2014).

No Cerrado alguns grupos de insetos ocorrem com muita abundância em ambas às estações do ano (Pinheiro et al. 2002). Esses grupos de insetos podem contribuir para manutenção de aves urbanas ao longo do período de seca do Cerrado. (Oliveira, 2015). Portanto, favorecendo as aves insetívoras do Eixão. Portanto, muitas aves onívoras e insetívoras em ambientes urbanos atuam de maneira oportunista, aproveitando os recursos disponíveis à medida que aparecem (Oliveira, Franchin e Marçal-Junior 2015). Além disso, aves migratórias podem ser abundantes no Cerrado na estação seca (Negret 1988), e podem ter influenciado a ocorrência das aves amostradas no Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão). Como as aves, *Myiodynastes maculatus*, *Tyrannus melancholicus*, *Tyrannus savanna*, *Empidonomus varius* e *Griseotyrannus aurantioatrocristatus*.

No Eixão, as espécies mais abundantes de aves são generalistas e provenientes de áreas de Cerrado sentido restrito, campestres e áreas abertas. As aves generalistas provenientes de parques ou Unidades de Conservação que margeiam a malha urbana de Brasília, tais como o Parque Olhos D'água e o Parque Nacional de Brasília podem ser atraídas pelos recursos arbóreos da cidade nas épocas de escassez de recursos (Caula, Marty, and Martin 2008). Os recursos presentes nas cidades podem complementar as necessidades da fauna nativa de áreas preservadas próximas (Melles, Glenn, and Martin 2003; Jokimäki and Kaisanlahti-Jokimäki 2012). Os recursos alimentares presentes nas cidades podem ser heterogêneos e previsíveis no espaço em relação aos recursos das áreas nativas (Shochat 2004). Assim, aves generalistas podem diversificar os alimentos ao frequentarem áreas urbanas (Jokimäki and Kaisanlahti-Jokimäki 2012).

As árvores autocóricas presentes no Eixão exerceram influência negativa sobre a diversidade de aves que pousaram nas árvores. Como exemplo, *Albizia niopoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Leucaena eucocephala*, *Libidibia férrea*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Pterogyne nitens*, *Poincianella pluviosa*, *Cassia grandis* e *Citrus* sp. Essas espécies autocóricas não oferecem recursos atrativos para aves. Os frutos dessas espécies autocóricas são vargens ou bagas secas, pouco atrativas para fauna (Domingues, Gomes, and Quirino 2013). Árvores de frutos carnosos, como é o caso do *Syzygium cumini* são frequentemente comestíveis e por isso atrativo para aves

frugívoras (Sinu, Shivanna, and Kuriakose 2012) na época chuvosa (Kurihara and Imaña-Encinas 2003).

Neste estudo não se obtiveram relações significativas entre riqueza e diversidade de espécies arbóreas e riqueza, abundância e diversidade de espécies de aves que pousaram nessas mesmas árvores. Souza et al. (2019) também não encontraram relações semelhantes entre árvores no meio urbano e espécies de aves do Cerrado. Eles sugerem que a riqueza de árvores urbanas não deve ser considerada sem importância para aves do Cerrado no meio urbano, pois árvores são usadas por muitas outras espécies de aves. Além disso, há um possível viés metodológico nesta pesquisa. É provável que as tendências de pouso se deva a alterações na detectabilidade após a abscisão foliar (Gray and van Heezik 2016). Portanto, com pouca folhagem a visualização das aves pode ter sido maior. Por isso, não se deve descartar a importância das espécies autóctonas identificadas na área de estudo. Apesar de não terem sido encontradas relações entre as características de natividade e dispersão das árvores e os fatores avaliados nas aves, tais características são importantes para interação com outras espécies da fauna urbana. Além disso, outros estudos encontraram relação entre a origem da espécie de árvores plantadas no meio urbano e o uso delas por aves (de Toledo, Donatelli, and Batista 2012; Reis, López-Iborra, and Pinheiro 2012; Lessi et al. 2016; Pena et al. 2017ab).

Durante décadas, um crescente corpo de literatura defende a necessidade de espécies de plantas adaptadas ao local e o uso de uma ampla variedade de espécies como componente chave para a qualidade ecológica (Lessi et al. 2016). Existe uma dicotomia entre as evidências que defendem que árvores exóticas representam um problema nas cidades e outras que indicam um papel importante delas para avifauna nas cidades (Schlaepfer, Sax, and Olden 2011). Tais espécies arbóreas podem ser fonte de alimento para aves, oferecendo oportunidade de forrageamento (Gray and van Heezik 2016). Espécies de árvores exóticas podem responder fenologicamente de modo diferenciado à sazonalidade resultando no apoio da oferta de recursos para as aves nas diferentes estações (Oliveira 2015). Todavia, para as aves nativas do Cerrado, os melhores recursos são de árvores nativas da região (Reis et al. 2012).

Ruído antropogênico

O fechamento do Eixo Rodoviário do Plano de Brasília (Eixão) resultou em menores níveis de ruídos medidos em comparação àqueles medidos quando a via se encontra em uso por veículos (Figura 4.5). Os menores níveis de ruído contribuíram significativamente para aumento da riqueza, abundância e diversidade de aves avistadas nas árvores e da abundância de aves que forrageavam, quando comparado ao ruído elevado. Outros estudos indicam que locais urbanos menos ruidosos sustentam um maior número de espécies de aves. (Fontana et al. 2011; Pena et al. 2017a; Perillo et al. 2017; Rodrigues et al. 2018). Isto sugere que a redução de ruído nas cidades pode permitir o retorno de algumas espécies de aves para os centros urbanos (Bautista et al. 2004; Gentry, McKenna, and Luther 2018).

Esse é o primeiro trabalho que comparou a diversidade de aves na mesma via sob diferentes intensidades de ruído em uma cidade neotropical. Na Holanda, o baixo nível de ruído do tráfego de veículos durante o final de semana contribuiu positivamente para retorno de aves a área urbana em relação aos dias comerciais (Haldwerk et al. 2011). Nos Estados Unidos os cantos de algumas aves estavam ligados a flutuações do ruído do tráfego de veículos (Gentry et al. 2018). Quando o ruído foi cessado, com o fechamento da estrada, as aves ajustaram seus cantos para níveis normais (Gentry et al. 2018). Na Espanha, testaram em uma rua de 19 km a distância de aproximação de aves de rapina em relação a uma estrada (Bautista et al. 2004). Os autores compararam durante a semana (menor tráfego de veículos) com finais de semana (maior tráfego de veículos) e observaram que as aves não foram vistas nos finais de semana. O motivo seriam os maiores picos na velocidade do tráfego, tipos de carga do veículo e ruído (Bautista et al. 2004). Isso indica a influência dos efeitos das flutuações de tráfego e do ruído associado sobre a avifauna (Makarewicz and Kokowski 2007). Essa influência, medida por meio do ruído, foi constatada na área deste estudo.

O ruído afeta a interação ambiental das aves, pois provoca diminuição da riqueza, abundância e diversidade de espécies (Ortega 2012). Portanto, algumas espécies desaparecem e outras continuam no local em menor abundância (Shannon et al. 2016). Este estudo sugere que existe uma movimentação das aves em relação ao nível do ruído. Ao ampliar os níveis de ruído muitas espécies optam por escolher outros locais mais silenciosos para exercer suas atividades (Ortega 2012). Uma das possíveis explicações sobre a diminuição da riqueza e abundância de aves em locais que apresentam maiores níveis de ruído pode estar relacionada ao grau de tolerância,

oportunismo e adaptabilidade das espécies ao barulho (Slabbekoorn and Peet 2003; Hu and Cardoso 2009). A capacidade de lidar com áreas ruidosas é um fator importante para a sobrevivência de animais em centros urbanos (Ortega 2012). Em geral, as espécies mais sensíveis ao ruído tendem a abandonar locais barulhentos (Slabbekoorn and Peet 2003; Jaeger et al. 2005).

Com a evasão de aves sensíveis ao ruído, os nichos são ocupados por aves mais generalistas, principalmente as onívoras (Patón et al. 2012) e insetívoras nas regiões neotropicais (Reis, López-Iborra, and Pinheiro 2012). Por exemplo, *Brotogeris chiriri*, *Tyrannus melancholicus*, *Patagioenas picazuro*, *Furnarius rufus* e *Pitangus sulphuratus* foram as espécies que mais pousaram no estudo. Estas espécies são consideradas onívoras ou insetívoras, de acordo com a literatura Sick 1997 e Oliveira, Franchin and Marçal-Junior (2015). De maneira oportunista, tais aves movimentam-se em busca de diferentes alimentos em áreas urbanas (Oliveira, Franchin and Marçal-Junior 2015). As onívoras, por exemplo, possuem ampla distribuição e podem selecionar diferentes locais para alimentação (Crocì, Butet, and Clergeau 2008). As aves com traços relacionados onívora são favorecidos por locais mais alterados (Concepción et al. 2017) e por áreas ruidosas da cidade (Katti and Warren 2004; Ortega 2012; Pena et al. 2017a). As áreas muito ruidosas compartilham um número menor de riqueza taxonômica/funcional e equitabilidade proporcionando a dominância de espécies com traços funcionais semelhantes (Pena et al. 2017ab). Como resultado do ruído urbano, as espécies de aves que frequentam o Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília (Eixão) são oportunistas e presentes em áreas urbanas.

Um fator principal que provoca a diminuição da riqueza em locais ruidosos são os efeitos sobre comunicação vocal delas (Shannon et al. 2016). O denominado mascaramento acústico é a principal ameaça das aves em áreas ruidosas (Barber, Crooks, and Fristrup 2010). A vocalização é muito importante, porque por meio dela as aves reconhecem coespecíficos, atraem parceiros, competem por fêmeas, defendem territórios, localizam presas, orientam-se espacialmente e melhoram a percepção de possíveis predadores (Patricelli and Blickley 2006). O mascaramento acústico compromete essas funções ao interferir na comunicação entre emissor e receptor, tornando as aves mais difíceis de serem detectadas, discriminadas e reconhecidas (Blickley and Patricelli 2010). Dias (2013) encontrou em Brasília um grau de adaptabilidade ao ruído na espécie *F. rufus*. O autor explica que apesar dessa espécie ser classificada como suboscine, ela tende a não conseguir

ajustar as canções às mudanças do ambiente. Todavia, *F. rufus* foi capaz de ajustar o canto com maior ruído ambiental.

As aves dependentes do canto ou aquelas que não ajustam as frequências vocais têm declínios na riqueza, diversidade (Slabbekoorn and Peet 2003; Slabbekoorn and Ripmeester 2008) e abundância em locais ruidosos (Fernández-Juricic 2000a). É possível que espécies de aves dependentes do canto ou que não ajustam a vocalização podem ter deixado de ocorrer nos dias com maior ruído. As aves podem cantar em determinados horários para evitar a competição acústica, pois aproveitam as condições mais calmas para vocalizar (Marín-Gómez et al. 2020).

Áreas muito ruidosas estão relacionadas com pouca proporção vegetal (Hans Slabbekoorn and Ripmeester 2008) e tendem a apresentar menor diversidade de aves (Proppe, Sturdy, and St. Clair 2013). Portanto, a diversidade de espécies vegetais pode estar associadas à composição de espécies arbóreas atrativas para aves (Evans, Newson, and Gaston 2009). A necessidade de obter abrigo, descanso, alimentação em áreas verdes pode atrair as espécies para ambientes ruidosos (Francis 2015). No entanto, a falta de vegetação atrelada ao ruído permite que poucas espécies com elevada similaridade frequentem o ambiente (Slabbekoorn and Peet 2003; Ortega 2012). Neste estudo, os locais com menor diversidade de espécies estão próximos ao terminal rodoviário da cidade, apresentam pouca cobertura vegetal e de muito ruído. As espécies *C. livia*, *C. plancus*, *C. atratus* foram frequentes nesses locais. Outros locais apresentaram pouca riqueza de aves e eles estão próximos a passarelas para pedestres, construção de metrô e retornos para veículos, respectivamente. Isso mostra que áreas verdes são importantes para mitigar os efeitos da urbanização e permitir a frequência de fauna (Morelli et al. 2014; Pena et al. 2017).

O pouco registro de indivíduos nidificando no Eixão acarretou na falta de diferença entre o ruído elevado e reduzido. Existe uma baixa capacidade de as aves nidificarem em áreas ruidosas (Halfwerk et al. 2011). Assim, o ruído pode selecionar negativamente as espécies que nidificam (Halfwerk et al. 2011; Rytwinski and Fahrig 2013). Com a grande heterogeneidade urbana circundante, muitas aves preferem escolher outros locais para construir ninhos (Souza et al. 2019) ao invés de ruas (Morelli et al. 2014). Além disso, uma rua movimentada pode ser bastante prejudicial para espécies que nidificam no solo (Fernández-juricic 2000; Francis et al. 2012).

As atividades de forrageio foram menores em dias com os maiores níveis de ruído do tráfego. Portanto, o ruído reduz a eficácia de forrageamento de aves no meio urbano (Lowry, Lill, and Wong 2013). Ware et al. (2015) realizou testes com alto falantes para recriar uma paisagem sonora. Os autores compararam o antes e depois do ruído e verificaram declínios nas taxas de captura de alimentos. Na presença do ruído as aves se mantem alerta ou optam por sair do local para fugir de possíveis predadores (Ware et al. 2015). Este comportamento é comum nas aves com dietas semelhantes, porque podem formar bandos e buscar por fontes de alimento enquanto fazem chamadas contra predadores (Ciach and Fröhlich 2017). Outra possível explicação é que as aves evitam buscar alimentos em áreas com ruído elevado pela interferência na percepção do som das presas (por exemplo: insetos, aves e roedores) (Ciach and Fröhlich 2017). O que provoca nas aves estresse fisiológico devido ao menor tempo para varredura e a dificuldade em detectar alimento (Halfwerk et al. 2011). Em contrapartida, a abundância e previsibilidade de alimentos pode permitir que a avifauna se desloque para forragear (Sol et al. 2011), o que pode ter permitido o deslocamento de algumas espécies quando havia menor tráfego de carros e ruído (Rytwinski and Fahrig 2013). Por isso, é necessário que diminua o nível de tráfego de veículos para as espécies consigam evitar as colisões com veículos e forragearem de maneira eficiente (Rytwinski and Fahrig 2013).

4.3 Conclusão

O fechamento ao tráfego de veículos do Eixão reduziu o ruído influenciou positivamente a frequência de aves no local. Uma redução mínima de 52 decibéis e máxima de 59.7 decibéis aumentou a riqueza, abundância, diversidade de aves, forrageamento e pousos nas árvores da área estudada. As aves amostradas no Eixão, independente do fechamento do tráfego para veículos, são de espécies adaptadas ao meio urbano. Os locais com mais abundância de árvores influenciaram positivamente a abundância de aves pousadas em árvores. Todavia, tais pousos foram maiores em árvores decíduas e na estação seca. Por outro lado, a presença de árvores de espécies autocóricas influenciou negativamente o número de aves que pousaram nas árvores.

Não foi observada relação entre a riqueza, diversidade, síndrome de dispersão e origem das espécies de árvores e a riqueza, abundância e diversidade de aves que pousaram nas árvores da área de estudo. Todavia, existe um possível viés metodológico que pode ter atrapalhado a

detectabilidade das aves em árvores folhosas. Este trabalho é um dos primeiros executados em uma cidade fundada no bioma Cerrado a mostrar a capacidade das aves lidarem com flutuações do ruído em área urbana. No mesmo ambiente estudado, aves apresentaram diferenças significativas de riqueza, abundância, diversidade e forrageamento a depender da abundância de espécies arbóreas e nível de ruído presente no local. Essa resposta positiva da comunidade de aves de redução do ruído mostra que mesmo estratégias pontuais de manejo da paisagem urbana podem trazer benefícios para a população humana e para a biodiversidade.

5 REFERÊNCIAS

- Abilhoa, Vinícius, and Rafael Amorin. 2017. "Effects of Urbanization on the Avian Community in a Southern Brazilian City." *Revista Brasileira de Ornitologia* 25 (1): 31–39.
- Alencar, F. O. C. C. 2008. "Arborização Urbana no Distrito Federal: história e espécies do cerrado". *Brasília:Novacap*.387.
- Ahern, Jack. 2013. "Urban Landscape Sustainability and Resilience: The Promise and Challenges of Integrating Ecology with Urban Planning and Design." *Landscape Ecology* 28 (6): 1203–12. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>.
- Amâncio, Suélen, Valéria Barbosa De Souza, and Celine Melo. 2008. "Columba Livia e Pitangus Sulphuratus Como Indicadoras de Qualidade Ambiental Em Área Urbana." *Revista Brasileira de Ornitologia* 16 (1): 32–37.
- Antas,P. de T. Z. 1983. "Migracao de Aves Na Regiao Do Cerrado Do Brasil Central." *Revista Do Serviço Público* 40 (55 11): 159–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.21874/rsp.v40i4.2161>.
- Argel-de-Oliveira, Maria Martha. 1995. "Aves e Vegetação Em Um Bairro Residencial Da Cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil)." *Revista Brasileira de Zoologia* 12 (1): 81–92. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000100011>.
- Aronson, M. F. J., F. A. La Sorte, C. H. Nilon, M. Katti, M. A. Goddard, C. A. Lepczyk, P. S. Warren, et al. 2014. "A Global Analysis of the Impacts of Urbanization on Bird and Plant Diversity Reveals Key Anthropogenic Drivers." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281 (1780): 20133330–20133330. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>.
- Aronson, Myla F.J., Christopher A. Lepczyk, Karl L. Evans, Mark A. Goddard, Susannah B. Lerman, J. Scott MacIvor, Charles H. Nilon, and Timothy Vargo. 2017. "Biodiversity in the City: Key Challenges for Urban Green Space Management." *Frontiers in Ecology and the Environment* 15 (4): 189–96. <https://doi.org/10.1002/fee.1480>.
- Aronson, Myla F J, Frank a La Sorte, Charles H Nilon, Madhusudan Katti, Mark a Goddard, Christopher a Lepczyk, Paige S Warren, et al. 2014. "Electronic Supplementary Material Fig. S1. Dendrogram of the Compositional Associations in Bird Assemblages among 54 Cities. The Primary Clusters Were Identified Using an Adaptive Branch Pruning Technique with a Minimum Cluster Size of One (See." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1–21. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>.
- Arroyo-Solís, A., J. M. Castillo, E. Figueroa, J. L. López-Sánchez, and H. Slabbekoorn. 2013. "Experimental Evidence for an Impact of Anthropogenic Noise on Dawn Chorus Timing in Urban Birds." *Journal of Avian Biology* 44 (3): 288–96. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2012.05796.x>.

- Bagno, M.A.; Marinho-filho, J. 2001. "A avifauna do Distrito Federal: uso de ambientes abertos e florestais e ameaças", In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. (eds.). *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina, EMBRAPA Cerrados, 495–528.
- Barber, Jesse R., Kevin R. Crooks, and Kurt M. Fristrup. 2010. "The Costs of Chronic Noise Exposure for Terrestrial Organisms." *Trends in Ecology and Evolution* 25 (3): 180–89. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.08.002>.
- Barth, Benjamin James, Sean Ian FitzGibbon, and Robbie Stuart Wilson. 2015. "New Urban Developments That Retain More Remnant Trees Have Greater Bird Diversity." *Landscape and Urban Planning* 136: 122–29. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.003>.
- Bautista, Luis M., Jesús T. García, Ricardo G. Calmaestra, Carlos Palacín, Carlos A. Martín, Manuel B. Morales, Raúl Bonal, and Javier Viñuela. 2004. "Effect of Weekend Road Traffic on the Use of Space by Raptors." *Conservation Biology* 18 (3): 726–32. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00499.x>.
- Beninde, Joscha, Michael Veith, and Axel Hochkirch. 2015. "Biodiversity in Cities Needs Space: A Meta-Analysis of Factors Determining Intra-Urban Biodiversity Variation." *Ecology Letters* 18 (6): 581–92. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>.
- Bibby, C. J.; Burgess, N. D.; Hill, D. A. Mustoe, S. H. 2000. "Birds Census Techniques", *Ecoscope Applied Ecologists*.2ed.
- Blair, R.B. 1996. "Land Use and Avian Species Diversity along an Urban Gradient." *Ecological Applications* 6 (2): 506–519. <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.2307/2269387>.
- Blickley, Jessica L., and Gail L. Patricelli. 2010. "Impacts of Anthropogenic Noise on Wildlife: Research Priorities for the Development of Standards and Mitigation." *Journal of International Wildlife Law and Policy* 13 (4): 274–92. <https://doi.org/10.1080/13880292.2010.524564>.
- Bolund, Permar, Sven, and Hunham. 1999. "Ecosystem Services in Urban Areas." *Ecological Economics* 29 (2): 293–301. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0).
- Braga, Talita, Antônio Zanzini, Ricardo Cerboncini, Matusalém Miguel, and Aloysio Moura. 2010. "Avifauna Em Praças Da Cidade de Lavras (MG): Riqueza, Similaridade e Influência de Variáveis Do Ambiente Urbano." *Revista Brasileira de Ornitologia* 18 (1): 26–33.
- Brumm, Henrik. 2004. "The Impact of Environmental Noise on Song Amplitude in a Territorial Bird." *Journal of Animal Ecology* 73 (3): 434–40. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8790.2004.00814.x>.
- Burns, Kevin J., Allison J. Shultz, Pascal O. Title, Nicholas A. Mason, F. Keith Barker, John Klicka, Scott M. Lanyon, and Irby J. Lovette. 2014. "Phylogenetics and Diversification of Tanagers (Passeriformes: Thraupidae), the Largest Radiation of Neotropical Songbirds." *Molecular Phylogenetics and Evolution* 75 (1): 41–77. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.02.006>.

- Callaghan, Corey T., Gilad Bino, Richard E. Major, John M. Martin, Mitchell B. Lyons, and Richard T. Kingsford. 2019. "Heterogeneous Urban Green Areas Are Bird Diversity Hotspots: Insights Using Continental-Scale Citizen Science Data." *Landscape Ecology* 34 (6): 1231–46. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00851-6>.
- Callaghan, Corey T., Richard E. Major, John H. Wilshire, John M. Martin, Richard T. Kingsford, and William K. Cornwell. 2019a. "Generalists Are the Most Urban-Tolerant of Birds: A Phylogenetically Controlled Analysis of Ecological and Life History Traits Using a Novel Continuous Measure of Bird Responses to Urbanization Corey." *Oikos*, 1–14. <https://doi.org/10.1111/oik.06158>.
- Cardoso da Silva, José Maria and John M. Bates. 2002. "Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot." *BioScience* 52 (3): 225. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0225:bpacit\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0225:bpacit]2.0.co;2).
- Cardoso, E.S.; Guimarães, G.S.; Corrêa, R.S.; Mota, E. H.; Seduma and Netto, P. B. 2010. "Levantamento Florístico da Arborização Urbana no Distrito Federal Espécies, o Estado de Conservação e a Formação de Corredor Ecológico." *XIV Congresso Brasileiro de Arborização Urbana*, 1: 1–15.
- Case, Ted J. 1996. "Global Patterns in the Establishment and Distribution of Exotic Birds." *Biological Conservation* 78 (1–2): 69–96. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(96\)00019-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(96)00019-5).
- Caula, Sabina, Pascal Marty, and Jean Louis Martin. 2008. "Seasonal Variation in Species Composition of an Urban Bird Community in Mediterranean France." *Landscape and Urban Planning* 87 (1): 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.03.006>.
- Cavalcanti, R.B, and J.M.C Silva. 2011. "Distrito Federal." In *Conservação de Aves Migratórias Neárticas No Brasil*, edited by Renata Melo Valente, José Maria Cardoso Silva, Fernando C Straube, and João Luiz Xavier Nascimento, 400. Belém: Conservação Internacional.
- Cavalcanti, Roberto B. 1999. "Bird Species Richness and Conservation in the Cerrado Region of Central Brazil." *Studies in Avian Biology*, no. 19: 244–49.
- Chace, Jameson F, and John J Walsh. 2006. "Urban Effects on Native Avifauna: A Review." In *Landscape and Urban Planning*, 74:46–69. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>.
- Ciach, Michał, and Arkadiusz Fröhlich. 2017. "Habitat Type, Food Resources, Noise and Light Pollution Explain the Species Composition, Abundance and Stability of a Winter Bird Assemblage in an Urban Environment." *Urban Ecosystems* 20 (3): 547–59. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0613-6>.
- Clergeau, Philippe, Solene Croci, Jukka Jokimäki, Marja Liisa Kaisanlahti-Jokimäki, and Marco Dinetti. 2006. "Avifauna Homogenisation by Urbanisation: Analysis at Different European Latitudes." *Biological Conservation* 127 (3): 336–44. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.06.035>.
- Concepción, Elena D., Lars Götzenberger, Michael P. Nobis, Francesco de Bello, Martin K.

- Obrist, and Marco Moretti. 2017. "Contrasting Trait Assembly Patterns in Plant and Bird Communities along Environmental and Human-Induced Land-Use Gradients." *Ecography* 40 (6): 753–63. <https://doi.org/10.1111/ecog.02121>.
- Corrêa, R. S. 2015. "Reabilitação Ambiental: A Vegetação Além Do Paisagismo." *Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo* 14 (1679–0944): 43–50.
- Corrêa, R.S.; Mélo Filho, B. de.; Pinheiro, C. de Q.; Santos, P. F. dos.2015. "Composição Florística Lenhosa De Jazidas Revegetadas No Distrito Federal".*Biosci. J.*, 31 (3): 908–922.DOI: 10.14393/BJ-v31n3a2015-22986
- Corrêa, Rodrigo Studart, Eriel Sinval Cardoso, Gustavo Macedo de Melo Baptista, and Benicio de Mélo-Filho. 2006. "Zoneamento Do Território Para a Indetificação de Corredores Ecológicos No Distrito Federal." *Geografia - Rio Claro* 31: 137–49.
- Croci, Solène, Alain Butet, and Philippe Clergeau. 2008. "Does Urbanization Filter Birds on the Basis of Their Biological Traits?" *The Condor* 110 (2): 223–40. <https://doi.org/10.1525/cond.2008.8409>.
- Cruz, Joana Costa, Jaime Albino Ramos, Luís P. da Silva, Paulo Q. Tenreiro, and Ruben Huttel Heleno. 2013. "Seed Dispersal Networks in an Urban Novel Ecosystem." *European Journal of Forest Research* 132 (5–6): 887–97. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0722-1>.
- Czech, Brian, Paul R. Krausman, and Patrick K. Devers. 2000. "Economic Associations among Causes of Species Endangerment in the United States." *BioScience* 50 (7): 593. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0593:eaacos\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0593:eaacos]2.0.co;2).
- Dale, Svein. 2018. "Urban Bird Community Composition Influenced by Size of Urban Green Spaces, Presence of Native Forest, and Urbanization." *Urban Ecosystems* 21 (1): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11252-017-0706-x>.
- Domingues, Camila Ângelo Jerônimo, Vanessa Nóbrega Gomes, and Zelma Glebya Maciel Quirino. 2013. "Síndromes de Dispersão Na Maior Área de Proteção Da Mata Atlântica Paraibana." *Biotemas* 26 (3): 99–108. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p99>.
- Dooling, Robert J., and Arthur N. Popper. 2007. "The Effects of Highway Noise on Birds." *See Http://Www.Dot.ca.Gov/Hq/Env/Bio/ ...* 27 (May): 1–74. <https://doi.org/10.1121/2.0000244>.
- Esteves, M. C.; Corrêa , R. S. 2018."Natividade da flora usada na arborização de cidades brasileiras". *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, 22:159-17. Doi: 10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.11
- Estevo, César A., Mariana Baldy Nagy-Reis, and Wesley Rodrigues Silva. 2017. "Urban Parks Can Maintain Minimal Resilience for Neotropical Bird Communities." *Urban Forestry and Urban Greening* 27 (June): 84–89. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.013>.
- Evans, Karl L., Dan E. Chamberlain, Ben J. Hatchwell, Richard D. Gregory, and Kevin J. Gaston. 2011. "What Makes an Urban Bird?" *Global Change Biology* 17 (1): 32–44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02247.x>.

- Evans, Karl L., Stuart E. Newson, and Kevin J. Gaston. 2009. "Habitat Influences on Urban Avian Assemblages." *Ibis* 151 (1): 19–39. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00898.x>.
- Faeth, Stanley H., Christofer Bang, and Susanna Saari. 2011. "Urban Biodiversity: Patterns and Mechanisms." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223 (1): 69–81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>.
- Faria, Iubatã Paula De. 2008. "Novas Ocorrências e Registros Relevantes de Aves No Distrito Federal, Brasil, Com Comentários Sobre Distribuição Local." *Revista Brasileira de Ornitologia* 16 (1): 40–43.
- Fernández-Juricic, Esteban. 2000a. "Avifaunal Use of Wooded Streets in an Urban Landscape." *Conservation Biology* 14 (2): 513–21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98600.x>.
- . 2000b. "Bird Community Composition Patterns in Urban Parks of Madrid: The Role of Age, Size and Isolation." *Ecological Research* 15 (4): 373–83. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2000.00358.x>.
- Fontana, Carla Suertegaray, Maria Inês Burger, and William E. Magnusson. 2011. "Bird Diversity in a Subtropical South-American City: Effects of Noise Levels, Arborisation and Human Population Density." *Urban Ecosystems* 14 (3): 341–60. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0156-9>.
- Forman, R. T T, and Lauren E. Alexander. 1998. "Roads and Their Major Ecological Effects." *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207–31. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>.
- Forman, Richard T.T., Bjorn Reineking, and Anna M. Hersperger. 2002. "Road Traffic and Nearby Grassland Bird Patterns in a Suburbanizing Landscape." *Environmental Management* 29 (6): 782–800. <https://doi.org/10.1007/s00267-001-0065-4>.
- Francis, Clinton D. 2015. "Vocal Traits and Diet Explain Avian Sensitivities to Anthropogenic Noise." *Global Change Biology* 21 (5): 1809–20. <https://doi.org/10.1111/gcb.12862>.
- Francis, Clinton D., Catherine P. Ortega, and Alexander Cruz. 2009a. "Noise Pollution Changes Avian Communities and Species Interactions." *Current Biology* 19 (16): 1415–19. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.06.052>.
- Fuller, Richard A., Philip H. Warren, and Kevin J. Gaston. 2007. "Daytime Noise Predicts Nocturnal Singing in Urban Robins." *Biology Letters* 3 (4): 368–70. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0134>.
- Gabriel, Vagner De A, and Marco A Pizo. 2005. "Aging Beha Vior of Tyr Oraging Behavior Tyrant Fl Ycatchers (Av Yrannidae) Brazil For Ant fl Ycatcher s (A v Es , T Yr Annidae) in Br Azil." *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1985): 1072–77.
- Galina, André Beal, and Márcio Rodrigo Gimenes. 2006. "Riqueza, Composição e Distribuição Espacial Da Comunidade de Aves Em Um Fragmento Florestal Urbano Em Maringá, Norte Do Estado Do Paraná, Brasil." *Acta Scientiarum - Biological Sciences* 28 (4): 379–88.

- Garavelli, Sérgio Luiz, Armando de Mendonça Maroja, Cleber Alves da Costa, Edson Benício Carvalho Júnior, Edwin de Souza Silva, Wesley Cândido Melo, and Sabrina Moreira Albuquerque. 2013. *Mapa de Ruído de Brasília - Anexo*. Edited by Instituto Brasília Ambiental (IBRAM). Brasília, DF. <http://www.ibram.df.gov.br/monitoramento-da-poluicao-sonora-no-distrito-federal/>.
- Gentry, Katherine E., Megan F. McKenna, and David A. Luther. 2018. "Evidence of Suboscine Song Plasticity in Response to Traffic Noise Fluctuations and Temporary Road Closures." *Bioacoustics* 27 (2): 165–81. <https://doi.org/10.1080/09524622.2017.1303645>.
- Ghalambor, C. K., J. K. McKay, S. P. Carroll, and D. N. Reznick. 2007. "Adaptive versus Non-Adaptive Phenotypic Plasticity and the Potential for Contemporary Adaptation in New Environments." *Functional Ecology* 21 (3): 394–407. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01283.x>.
- Grafius, Darren R., Ron Corstanje, Gavin M. Siriwardena, Kate E. Plummer, and Jim A. Harris. 2017. "A Bird's Eye View: Using Circuit Theory to Study Urban Landscape Connectivity for Birds." *Landscape Ecology* 32 (9): 1771–87. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0548-1>.
- Gray, Emily R., and Yolanda van Heezik. 2016. "Exotic Trees Can Sustain Native Birds in Urban Woodlands." *Urban Ecosystems* 19 (1): 315–29. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0493-1>.
- Grimm, Nancy B, S.H. Faeth, Nancy E Golubiewski, Charles L Redman, Jianguo Wu, Xuemei Bai, John M Briggs, and Xuemei Bal. 2008. "Global Change and the Ecology of Cities." *Science (New York, N.Y.)* 319 (5864): 756–60. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>.
- Groot, Rudolf S de, Matthew A Wilson, and Roelof M.J Boumans. 2002. "A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services." *Ecological Economics* 41 (3): 393–408.
- Gunnarsson, Bengt, and Mikael Hake. 1999. "Bird Predation Affects Canopy-Living Arthropods in City Parks." *Canadian Journal of Zoology* 77 (9): 1419–28. <https://doi.org/10.1139/z99-114>.
- Gwynne, J.A.; Ridgely, R.S.; Guy, T and Argel-de-Oliveira, M. 2010. "Aves do Brasil: Pantanal e Cerrado". São Paulo. Editora Horizonte, Nova York, NY: Comstock Publishing Associates, 322.
- Halfwerk, Wouter, Leonard J.M. Holleman, C(Kate) M. Lessells, and Hans Slabbekoorn. 2011a. "Negative Impact of Traffic Noise on Avian Reproductive Success." *Journal of Applied Ecology* 48 (1): 210–19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01914.x>.
- Hu, Yang, and Goncalo C. Cardoso. 2009. "Are Bird Species That Vocalize at Higher Frequencies Preadapted to Inhabit Noisy Urban Areas?" *Behavioral Ecology* 20 (6): 1268–73. <https://doi.org/10.1093/beheco/arp131>.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Brasília, Distrito Federal. Disponível em :< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>>
- Ikin, Karen, Emma Knight, David B. Lindenmayer, Joern Fischer, and Adrian D. Manning. 2013. "The Influence of Native versus Exotic Streetscape Vegetation on the Spatial Distribution of Birds in Suburbs and Reserves." *Diversity and Distributions* 19 (3): 294–306. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2012.00937.x>.
- Jaeger, Jochen A.G., Jeff Bowman, Julie Brennan, Lenore Fahrig, Dan Bert, Julie Bouchard, Neil Charbonneau, Karin Frank, Bernd Gruber, and Katharina Tluk Von Toschanowitz. 2005. "Predicting When Animal Populations Are at Risk from Roads: An Interactive Model of Road Avoidance Behavior." *Ecological Modelling* 185 (2–4): 329–48. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.12.015>.
- Jesus, Shayana, A. Wagner Pedro, and Arthur Bispo. 2018. "Bird Diversity along a Gradient of Fragmented Habitats of the Cerrado." *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias* 90 (1): 123–35. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160383>.
- Jokimäki, Jukka, and Marja Liisa Kaisanlahti-Jokimäki. 2012. "The Role of Residential Habitat Type on the Temporal Variation of Wintering Bird Assemblages in Northern Finland." *Ornis Fennica* 89 (1): 20–33.
- Kang, Wanmo, Emily S. Minor, Chan-Ryul Park, and Dowon Lee. 2015. "Effects of Habitat Structure, Human Disturbance, and Habitat Connectivity on Urban Forest Bird Communities." *Urban Ecosystems* 18 (3): 857–70. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0433-5>.
- Katti, Madhusudan, and Paige S. Warren. 2004. "Tits, Noise and Urban Bioacoustics." *Trends in Ecology and Evolution* 19 (3): 109–10. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.12.006>.
- Klink, Carlos A., and Ricardo B. Machado. 2005. "A Conservação Do Cerrado Brasileiro." *Megadiversidade* 1 (1): 147–55. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912009000400001>.
- Kurihara, Diogo Luis, and José Imaña-Encinas. 2003. "Análise Da Arborização Do Campus Da Universidade de Brasília Através de Imagens Ikonos Tree Survey of the University of Brasília Campus Usign Ikonos Images," no. 78: 81–87. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.807-809.719>.
- Lenza, Eddie, and Carlos Augusto Klink. 2006. "Comportamento Fenológico de Espécies Lenhosas Em Um Cerrado Sentido Restrito de Brasília, DF." *Revista Brasileira de Botanica* 29 (4): 627–38. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400013>.
- Lessi, Bruno Florio, Jose Salatiel Rodrigues Pires, Augusto Florisvaldo Batisteli, and Ian MacGregor-Fors. 2016. "Vegetation, Urbanization, and Bird Richness in a Brazilian Peri-Urban Area." *Ornitologia Neotropical* 27 (February): 203–10.
- Lima-Neto, E.M and Souza, R.M. 2011." Comportamento e características das espécies arbóreas nas áreas verdes públicas de Aracaju , Sergipe ." *Scientia Plena*, 7: 1–10.
- Lima, Rm Costa E, and Mc Silva Júnior. 2010. "Inventário Da Arborização Urbana Implantada

- Na Década de 60 No Plano Piloto, Brasília, DF.” *Revista Brasileira de Arborização Urbana* 2: 110–27.
- Lorenzi, H. "Árvores brasileiras". *Nova Odessa: Plantarum*, 2.
- Lowry, Hélène, Alan Lill, and Bob B.M. Wong. 2013. "Behavioural Responses of Wildlife to Urban Environments." *Biological Reviews* 88 (3): 537–49. <https://doi.org/10.1111/brv.12012>.
- MacGregor-Fors, Ian, and Rubén Ortega-Álvarez. 2011. "Fading from the Forest: Bird Community Shifts Related to Urban Park Site-Specific and Landscape Traits." *Urban Forestry and Urban Greening* 10 (3): 239–46. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.03.004>.
- MacGregor-Fors, Ian, and Jorge E. Schondube. 2011. "Gray vs. Green Urbanization: Relative Importance of Urban Features for Urban Bird Communities." *Basic and Applied Ecology* 12 (4): 372–81. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2011.04.003>.
- Machado, Ricardo B., Ludmilla Aguiar, and Gareth Jones. 2017. "Do Acoustic Indices Reflect the Characteristics of Bird Communities in the Savannas of Central Brazil?" *Landscape and Urban Planning* 162: 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.01.014>.
- Machado, J.W.B.; Alencar, F.O.C.C and Rodrigues, M. G. R" 1992.Árvores de Brasília. Brasília": *GDF. Secretaria de Obras e Serviços Públicos, Dpto. de Parques e Jardins*, 100.
- Margurran,A. 1988." Ecological Diversity and its Measurement". *Cambridge: British Library*, 175.
- Makarewicz, Rufin, and Piotr Kokowski. 2007. "Prediction of Noise Changes Due to Traffic Speed Control." *The Journal of the Acoustical Society of America* 122 (4): 2074–81. <https://doi.org/10.1121/1.2769972>.
- Manhães, Marco A. 2003. "Dieta de Traupíneos (Passeriformes, Emberizidae) No Parque Estadual Do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil." *Iheringia. Série Zoologia* 93 (1): 59–73. <https://doi.org/10.1590/s0073-47212003000100007>.
- Marín-Gómez, Oscar H., Wesley Dáttilo, J. Roberto Sosa-López, Diego Santiago-Alarcon, and Ian MacGregor-Fors. 2020. "Where Has the City Choir Gone? Loss of the Temporal Structure of Bird Dawn Choruses in Urban Areas." *Landscape and Urban Planning* 194 (June 2018): 103665. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103665>.
- Marques, Carolina Prudente, Diogo Ferreira do Amaral, Vinicius Guerra, Alexandre Gabriel Franchin, and Oswaldo Marçal Júnior. 2018. "Exploração de Recursos Alimentares Por Psitacídeos (Aves: Psittaciformes) Em Uma Área Urbana No Brasil." *Biotemas* 31 (2): 33–46. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2018v31n2p33>.
- Martini, Angeline, Daniela Biondi, and A. C. Batista. 2011. "FENOLOGIA DE Tabebuia Chrysotricha (IPÊ-AMARELO) NO AMBIENTE URBANO DE CURITIBA (PR)." *Soc. Bras. de Arborização Urbana* 6 (4): 51–67.
- Martins-Oliveira, L, R Leal-Marques, C H Nunes, a G Franchin, and O Marçal Jr. 2012.

- “Foraging Behaviour of Pitangus Sulphuratus and Tyrannus Melancholicus (Aves: Tyrannidae) in Urban Habitats.” *Forrageamento de Pitangus Sulphuratus e de Tyrannus Melancholicus (Aves: Tyrannidae) Em Hábitats Urbanos* 28 (6): 1038–50. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84875179636&partnerID=40&md5=95a642f1f6d5c263df0627f5ba9b6982>.
- Martins-Oliveira, Liliane, Renata Leal-Marques, Carlos Henrique Nunes, Alexandre Gabriel Franchin, and Oswaldo Marçal. 2012. “Forrageamento de Pitangus Sulphuratus e de Tyrannus Melancholicus (Aves: Tyrannidae) Em Hábitats Urbanos.” *Bioscience Journal* 28 (6): 1038–50.
- Maruyama, Pietro Kiyoshi, Camila Bonizário, Amanda Perin Marcon, Giulia D’Angelo, Monique Maianne da Silva, Edvaldo Nunes da Silva Neto, Paulo Eugênio Oliveira, et al. 2019. “Plant-Hummingbird Interaction Networks in Urban Areas: Generalization and the Importance of Trees with Specialized Flowers as a Nectar Resource for Pollinator Conservation.” *Biological Conservation* 230 (December 2018): 187–94. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.012>.
- Marzluff, John M., Reed Bowman, and Roarke Donnelly. 2001. “A Historical Perspective on Urban Bird Research: Trends, Terms, and Approaches.” *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*, 1–17. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_1.
- Matsuba, Misako, Shota Nishijima, and Kazuhiro Katoh. 2016. “Effectiveness of Corridor Vegetation Depends on Urbanization Tolerance of Forest Birds in Central Tokyo, Japan.” *Urban Forestry and Urban Greening* 18: 173–81. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.05.011>.
- McClure, Christopher J.W., Heidi E. Ware, Jay Carlisle, Gregory Kaltenecker, and Jesse R. Barber. 2013. “An Experimental Investigation into the Effects of Traffic Noise on Distributions of Birds: Avoiding the Phantom Road.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280 (1773). <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2290>.
- McDonnell, Mark J, and Ian MacGregor-fors. 2016. “Urban Planet: The Ecological Future of Cities.” *Science* 352 (6288): 936–38. <https://doi.org/10.1126/science.aaf3630>.
- McKinney, Michael L. 2001. “Effects of Human Population, Area, and Time on Non-Native Plant and Fish Diversity in the United States.” *Biological Conservation* 100 (2): 243–52. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00027-1).
- . 2002. “Urbanization , Biodiversity , and Conservation.” *BioScience* 52 (10): 883–90. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052).
- . 2006. “Urbanization as a Major Cause of Biotic Homogenization.” *Biological Conservation* 127 (3): 247–60. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>.
- . 2008. “Effects of Urbanization on Species Richness: A Review of Plants and Animals.” *Urban Ecosystems* 11 (2): 161–76. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>.
- Melles, Stephanie, Susan Glenn, and Kathy Martin. 2003b. “Urban Bird Diversity and

- Landscape Complexity: Species-Environment Associations along a Multiscale Habitat Gradient.” *Ecology and Society* 7 (1). <https://doi.org/10.5751/ES-00478-070105>.
- Mendonça-Lima, André de, and Carla Suertegaray Fontana. 2000. “Composição, Frequência e Aspectos Biológicos Da Avifauna No Porto Alegre Country Clube, Rio Grande Do Sul.” *Ararajuba*.
- Mendonça, Luciana Baza, and Luiz dos Anjos. 2005. “Beija-Flores (Aves, Trochilidae) e Seus Recursos Florais Em Uma Área Urbana Do Sul Do Brasil.” *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (1): 51–59. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752005000100007>.
- Mendonça, Roberta Cunha, Jeanine Maria Felfili, Bruno Machado Teles Walter, Manoel Cláudio Silva- Júnior, Alba Valéria Rezende, Tarciso de Souza Filgueiras, Paulo Ernane Nogueira, and William Fagg Christopher. 2008. “Flora Vascular Do Bioma Cerrado Checklist Com 12.356 Espécies.” In *In: Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: EMBRAPA (SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P)*, edited by S. P SANO, S. M.; ALMEIDA, 423–42. EMBRAPA.
- Morelli, Federico, Michał Beim, Leszek Jerzak, Darryl Jones, and Piotr Tryjanowski. 2014. “Can Roads, Railways and Related Structures Have Positive Effects on Birds? - A Review.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 30: 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.006>.
- Murgui, Enrique. 2007. “Factors Influencing the Bird Community of Urban Wooded Streets along an Annual Cycle.” *Ornis Fennica* 84 (2): 66–77.
- Myers, Norman, Gustavo A B Fonseca, Russell a Mittermeier, Gustavo A B Fonseca, and Jennifer Kent. 2000. “Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities.” *Nature* 403 (6772): 853–58. <https://doi.org/10.1038/35002501>.
- Negret, Álvaro. 1988. “Fluxos Migratórios Na Avifauna Da Reserva Ecológica Do IBGE, Brasília, D.F., Brasil.” *Revista Brasileira de Zoologia* 5 (2): 209–14. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751988000200005>.
- Oksanen, Jari, Roeland Kindt F. Guillaume Blanchet, Pierre Legendre, Peter R Minchin, R. B. O’Hara, Gavin L Simpson, Peter Solymos, and Helene Wagner M. Henry H. Stevens. 2019. “Package ‘Vegan.’” *R Package Version 2.3-4*.
- Oliveira, Jefferson Dias; Biondi, Daniela; Batista, Antonio Carlos; dos Reis, Allan Rodrigo Nunho; Nesi, Juliane. 2018. “Atenuação Do Ruído de Tráfego de Vias Urbanas Pela Vegetação Em Curitiba - Paraná, Brasil.” *Revsbau* 13 (February): 13–26. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v13i2.63655>.
- Oliveira, A.C.; Kanegae, M.F.; Amaral, M.F.; Fávoro, F.L.2011 "Guia Para Observação das Aves do Parque Nacional de Brasília". *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*, Brasília :ICMBio.300.
- Oliveira, Diego Silva Freitas; Franchin, Alexandre Gabriel and Marçal Júnior, Oswaldo. 2015."Rede de interações ave-planta: um estudo sobre frugivoria em áreas urbanas do Brasil". *Biotemas*, 28(4):83-97.

- Oliveira, L. M. 2015. "Ecologia comportamental de Tyrannidae (aves: passeriformes): mudanças nos padrões de forrageamento em resposta a variações ambientais e sazonais em ambiente urbano". *Tese de doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais*, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, 175.
- Oliveira, R.D.A. 2018. "Efeitos da poluição sonora nas características e na fisiologia das aves". *Tese (Doutorado em Ecologia)—Universidade de Brasília*, Brasília, 163.
- Ollerton, Jeff. 1998. "Sunbird Surprise for Syndromes." *Nature* 394 (6695): 726–27. <https://doi.org/10.1038/29409>.
- Ortega-Álvarez, Rubén, and Ian MacGregor-Fors. 2011. "Dusting-off the File: A Review of Knowledge on Urban Ornithology in Latin America." *Landscape and Urban Planning* 101: 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.020>.
- Ortega, Catherine P., and Clinton D. Francis. 2012. "Effects of Gas-Well-Compressor Noise on the Ability to Detect Birds during Surveys in North West New Mexico." *Ornithological Monographs* 74 (May 2014): 78–90. <https://doi.org/10.1525/om.2012.74.1.78>.
- Ortega, Catherine P. 2012. "Chapter 2 : Effects of Noise Pollution on Birds : A Brief Review of Our Knowledge - Efectos de La Polución Sonora En Aves : Una Breve Revisión de Nuestro Conocimiento Author (s): Catherine P . Ortega Published by : American Ornithological Society Stable." *Ornithological Monographs* 74 (1): 6–22. <https://doi.org/10.1525/om.2012.74.1.6.6>.
- Patón, Daniel, Francisco Romero, Javier Cuenca, and Jose Carlos Escudero. 2012. "Tolerance to Noise in 91 Bird Species from 27 Urban Gardens of Iberian Peninsula." *Landscape and Urban Planning* 104 (1): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.09.002>.
- Patricelli, Gail L., and Jessica L. Blickley. 2006. "Avian Communication in Urban Noise: Causes and Consequences of Vocal Adjustment." *The Auk* 123 (3): 639. [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2006\)123\[639:aciunc\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2006)123[639:aciunc]2.0.co;2).
- Pena, João Carlos de Castro, Felipe Martello, Milton Cezar Ribeiro, Richard A. Armitage, Robert J. Young, and Marcos Rodrigues. 2017. "Street Trees Reduce the Negative Effects of Urbanization on Birds." *PLoS ONE* 12 (3): 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174484>.
- Pena, J. C.de. 2017. "Aves, Conectividade da Paisagem e Planejamento Ambiental em Paisagens Urbanas". *Tese de Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre*. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 131.
- Perillo, Alyne, Luiz G. Mazzoni, Luiza F. Passos, Vinicius D.L.R. Goulart, Charles Duca, and Robert J. Young. 2017. "Anthropogenic Noise Reduces Bird Species Richness and Diversity in Urban Parks." *Ibis* 159 (3): 638–46. <https://doi.org/10.1111/ibi.12481>.
- Piacentini, Vitor de Q., Alexandre Aleixo, Carlos Eduardo Agne, Giovanni Nachtigall Maurício, José Fernando Pacheco, Gustavo A. Bravo, Guilherme R. R. Brito, et al. 2015. "Annotated Checklist of the Birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista

- Comentada Das Aves Do Brasil Pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos.” *Revista Brasileira de Ornitologia - Brazilian Journal of Ornithology* 23 (2): 90–298.
<https://doi.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:30856542-FFD1-44CA-B249-9F321CD4CF4C>.
- Pijanowski, Bryan C., Almo Farina, Stuart H. Gage, Sarah L. Dumyahn, and Bernie L. Krause. 2011. “What Is Soundscape Ecology? An Introduction and Overview of an Emerging New Science.” *Landscape Ecology* 26 (9): 1213–32. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9600-8>.
- Pinheiro, F.; Diniz, J. R.; Coelho, D and Bandeira, M. P. S.2002. "Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado". *Austral Ecology*, 27:132-136.
- Piratelli, Augusto João, Alexandre Gabriel Franchin, and Oscar H. Marín-Gómez. 2017. “Urban Conservation: Toward Bird-Friendly Cities in Latin America.” In *Avian Ecology in Latin American Cityscapes*, edited by Ian MacGregor-Fors and Juan F. Escobar-Ibáñez, 1–173. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63475-3>.
- Pizo, M. A.2001." A conservação das aves frugívoras". In: Albuquerque, J. L. B.; Cândido JR, J. F.; Straube, F. C.; Roos, A. L. (Ed.). *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão: Editora Unisul, 49-59
- Proppe, Darren S., Christopher B. Sturdy, and Colleen Cassady St. Clair. 2013. “Anthropogenic Noise Decreases Urban Songbird Diversity and May Contribute to Homogenization.” *Global Change Biology* 19 (4): 1075–84. <https://doi.org/10.1111/gcb.12098>.
- Purificação, Keila Nunes, Márcia Cristina Pascotto, Fernando Pedroni, Jessiane Mayara Nogueira Pereira, and Naftali Alves Lima. 2014. “Interactions between Frugivorous Birds and Plants in Savanna and Forest Formations of the Cerrado.” *Biota Neotropica* 14 (4). <https://doi.org/10.1590/1676-06032014006814>.
- Quinn, G. P., and M. J. Keough.2002. "Experimental Design and Data Analysis for Biologists". *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Ralph, C. J.; Geupel, G. R.;Pyle, P.; Martin, T. E.; DesanteD.F. 1993. "Handbook of Field Methods for Monitoring Landbirds". *Director*, 144 (1): 1–41.
- Reis, Elivânia, Germán Manuel López-Iborra, and Renato Torres Pinheiro. 2012. “Changes in Bird Species Richness through Different Levels of Urbanization: Implications for Biodiversity Conservation and Garden Design in Central Brazil.” *Landscape and Urban Planning* 107 (1): 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.04.009>.
- Ribeiro, J. F, and B. M. T. Walter. 2008. “Fitofisionomias Do Bioma Cerrado.” In *Cerrado : Ambiente e Flora*, 556.
- Ricklefs, Robert E. 2012. “Species Richness and Morphological Diversity of Passerine Birds.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109 (36): 14482–87. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212079109>.
- Rodrigues, Aline Goulart, Márcio Borges-Martins, and Felipe Zilio. 2018a. “Bird Diversity in an Urban Ecosystem: The Role of Local Habitats in Understanding the Effects of Urbanization.” *Iheringia. Série Zoologia* 108 (0): 1–11. <https://doi.org/10.1590/1678->

4766e2018017.

- Rytwinski, Trina, and Lenore Fahrig. 2013. "Why Are Some Animal Populations Unaffected or Positively Affected by Roads?" *Oecologia* 173 (3): 1143–56. <https://doi.org/10.1007/s00442-013-2684-x>.
- Sacco, Anne G., Ana Maria Rui, Fabiane B. Bergmann, Sandra C. Müller, and Sandra M. Hartz. 2015. "Perda de Diversidade Taxonômica e Funcional de Aves Em Área Urbana No Sul Do Brasil." *Iheringia. Série Zoologia* 105 (3): 276–87. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151053276287>.
- Sacco, Anne Gomes, Fabiane Borba Bergmann, and Ana Maria Rui. 2013. "Assembleia de Aves Na Área Urbana Do Município de Pelotas, Rio Grande Do Sul, Brasil." *Biota Neotropica* 13 (2): 153–62. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000200014>.
- Santos, Alessandra dos, and José Ragusa-Netto. 2013. "Toco-Toucan (Ramphastos Toco) Feeding Habits At an Urban Area in Central Brazil." *Ornitologia Neotropical* 24 (1): 1–13.
- Sanquetta, C. R.; Watzlawick, L. F.; Dalla Côte, A. P.; Fernandez, L. A. V. 2006. "Inventários florestais: planejamento e execução". Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora. 271.
- Savard, Jean Pierre L., Philippe Clergeau, and Gwenaëlle Mennechez. 2000. "Biodiversity Concepts and Urban Ecosystems." *Landscape and Urban Planning* 48 (3–4): 131–42. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2).
- Schlaepfer, Martin A., Dov F. Sax, and Julian D. Olden. 2011. "The Potential Conservation Value of Non-Native Species." *Conservation Biology* 25 (3): 428–37. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01646.x>.
- Sewell, Sven R., and Carla P. Catteral. 1998. "Bushland Modification and Styles of Urban Development: Their Effects on Birds in South-East Queensland." *Wildlife Research* 25 (1): 41–63. <https://doi.org/10.1071/WR96078>.
- Shannon, Graeme, Megan F. McKenna, Lisa M. Angeloni, Kevin R. Crooks, Kurt M. Fristrup, Emma Brown, Katy A. Warner, et al. 2016. "A Synthesis of Two Decades of Research Documenting the Effects of Noise on Wildlife." *Biological Reviews* 91 (4): 982–1005. <https://doi.org/10.1111/brv.12207>.
- Shibuya, Felipe L.S., Talita V. Braga, and James J. Roper. 2015. "The Rufous Hornero (Furnarius Rufus) Nest as an Incubation Chamber." *Journal of Thermal Biology* 47: 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.10.010>.
- Shochat, Eyal. 2004. "Credit or Debit? Resource Input Changes Population Dynamics of City-Slicker Birds." *Oikos* 106 (3): 622–26. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13159.x>.
- Sick, H. 1997. "Ornitologia Brasileira". Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Silva, José Maria Cardoso da, and Marcos Pérsio Dantas Santos. 2005. "A Importância Relativa Dos Processos Biogeográficos Na Formação Da Avifauna Do Cerrado e de Outros Biomas Brasileiros." In *In Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação* (A. Scariot, J.C.

- Souza-Silva e J.M. Felfili, Eds.*), Ministério, 221–33. Brasília, DF.
- Silva-Junior, M.C and Lima R.M. 2010. "100 árvores urbanas de Brasília: Guia de campo". *Ed. Rede de Sementes do Cerrado*, 280.
- Silva, Paulo Antonio. 2018. "Bird-Flower Interactions in an Urban Area: Ceiba Pubiflora Provides Nectar and Promotes Biodiversity in the City." *Urban Forestry and Urban Greening* 36: 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.003>.
- Silvério, Divino Vicente, and Eddie Lenza. 2010. "Fenologia de Espécies Lenhosas Em Um Cerrado Típico No Parque Municipal Do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil." *Biota Neotropica* 10 (3): 205–16. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000300024>.
- Sinu, Palatty Allesh, K. R. Shivanna, and Giby Kuriakose. 2012. "Frugivorous Bird Diversity and Their Post-Feeding Behaviour in Fruiting Syzygium Cumini (Myrtaceae) in Fragmented Forests of Central Western Ghats, India." *Current Science* 103 (10): 1146–48.
- Slabbekoorn, Hans, and Margriet Peet. 2003. "Birds Sing at Higher Pitch in Urban Noise." *Nature* 424 (July): 267. <https://doi.org/10.1038/424267a>.
- Slabbekoorn, Hans, and Margriet Peet. 2003. "Birds Sing at a Higher Pitch in Urban Noise." *Nature* 424 (6946): 267. <https://doi.org/10.1038/424267a>.
- Slabbekoorn, Hans, and Erwin A.P. Ripmeester. 2008. "Birdsong and Anthropogenic Noise: Implications and Applications for Conservation." *Molecular Ecology* 17 (1): 72–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03487.x>.
- Sol, Daniel, Ignasi Bartomeus, César González-Lagos, and Sandrine Pavoine. 2017. "Urbanisation and the Loss of Phylogenetic Diversity in Birds." *Ecology Letters* 20 (6): 721–29. <https://doi.org/10.1111/ele.12769>.
- Sol, Daniel, Cesar González-Lagos, Dario Moreira, and Joan Maspons. 2013. "Measuring Tolerance to Urbanization for Comparative Analyses." *Ardeola* 60 (1): 3–13. <https://doi.org/10.13157/arla.60.1.2012.3>.
- Souza, Franco Leandro, Francisco Valente-Neto, Francisco Severo-Neto, Berinaldo Bueno, José Manoel Ochoa-Quintero, Rudi Ricardo Laps, Fábio Bolzan, and Fabio de Oliveira Roque. 2019. "Impervious Surface and Heterogeneity Are Opposite Drivers to Maintain Bird Richness in a Cerrado City." *Landscape and Urban Planning* 192 (September 2018): 103643. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103643>.
- Strassburg, Bernardo B.N., Thomas Brooks, Rafael Feltran-Barbieri, Alvaro Iribarrem, Renato Crouzeilles, Rafael Loyola, Agnieszka E. Latawiec, et al. 2017. "Moment of Truth for the Cerrado Hotspot." *Nature Ecology and Evolution* 1 (4). <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>.
- Toledo, Maria Cecília Barbosa de, Reginaldo José Donatelli, and Getulio Teixeira Batista. 2012. "Relation between Green Spaces and Bird Community Structure in an Urban Area in Southeast Brazil." *Urban Ecosystems* 15 (1): 111–31. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0195-2>.

- Trindade-Filho, Joaquim, Fernando Landa Sobral, Marcus Vinicius Cianciaruso, and Rafael Dias Loyola. 2012. "Using Indicator Groups to Represent Bird Phylogenetic and Functional Diversity." *Biological Conservation* 146 (1): 155–62. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.004>.
- Tubelis, Dárus P. Dp, and Rb Roberto Brandão Cavalcanti. 2001. "Community Similarity and Abundance of Bird Species in Open Habitats of a Central Brazilian Cerrado." *Ornitologia Neotropical* 12: 57–73. <https://doi.org/10.1086/261354>.
- UN - UNITED NATION. 2018. "Press Release on Population. Revision of the World Urbanization Prospects Is Published by the Population Division of the United Nations." *Department of Economic and Social Affairs (UN DESA)*. <https://esa.un.org/unpd/wup>
- Villanueva-Rivera, Luis J., Bryan C. Pijanowski, Jarrod Doucette, and Burak Pekin. 2011. "A Primer of Acoustic Analysis for Landscape Ecologists." *Landscape Ecology* 26 (9): 1233–46. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9636-9>.
- Ware, H. E.; McClure, C.J.; Carlisle J.D and Barber, J.R. 2015. "A phantom road experiment reveals traffic noise is an invisible source of habitat degradation". *Proc Natl Acad Sci USA*. 112(39):12105–12109.
- Whelan, Christopher J., Çağan H. Şekercioğlu, and Daniel G. Wenny. 2015. "Why Birds Matter: From Economic Ornithology to Ecosystem Services." *Journal of Ornithology* 156 (S1): 227–38. <https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y>.
- Willis, Katherine J., and Gillian Petrokofsky. 2017. "The Natural Capital of City Trees." *Science* 356 (6336): 374–76. <https://doi.org/10.1126/science.aam9724>.
- Zipperer, W. C., T. W. Foresman, S. P. Walker, and C. T. Daniel. 2012. "Ecological Consequences of Fragmentation and Deforestation in an Urban Landscape: A Case Study." *Urban Ecosystems* 15 (3): 533–44. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0238-3>.

6 ANEXO – Imagens dos Pontos Fixos – Fotos: Guimarães, M.M.











Mayara Machado Guimarães