






INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NA RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE AVES EM PARQUE LINEAR URBANO “PEDRINHO SANSÃO” NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP.

INFLUENCE OF TREES ON THE RICHNESS AND COMPOSITION OF BIRDLIFE IN AN URBAN LINEAR PARK IN THE MUNICIPALITY OF BOTUCATU, SP.

Eduardo Campanhã Ribas¹, José Roberto Silveira Mello Junior², Iran Jorge Corrêa Lopes³, Daniela Polizeli Trafficante⁴, Renata Cristina Batista Fonseca⁵

RESUMO

A avifauna é um importante indicador de qualidade ambiental no contexto urbano. Geralmente associada à cobertura arbórea, desempenha papel fundamental na manutenção da biodiversidade nas cidades. Objetivou-se relacionar 8 composições arbóreas com diferentes riqueza e diversidade de indivíduos com a diversidade e riqueza de aves ao longo de um parque linear na zona urbana do município de Botucatu. Pretendeu-se compreender as relações entre a riqueza e a diversidade entre árvores e avifauna e a distribuição espacial dos indivíduos envolvidos. As coletas visuais de avifauna ocorreram quatro vezes ao mês entre setembro de 2018 e março de 2019 (primavera e verão). Todas as aves e árvores presentes na área do parque foram identificadas. Utilizou-se de variáveis preditoras e suas correlações através do *GGally* e *vegan* para análise de componentes principais. Foram gerados estimadores de riqueza *Jackknife 1* e *Bootstrap*, além do cluster de similaridade pelo método de *gower*. Registrou-se 57 espécies de aves e 101 de árvores. Observou-se uma relação positiva entre abundância de aves em relação a área das quadras, bem como a riqueza e a abundância de aves com a riqueza e abundância de árvores. A área estudada abriga apenas 16% da avifauna da região do Município.

Palavras-chave: Avifauna; Biodiversidade; Floresta urbana.

ABSTRACT

Birdlife is an important indicator of environmental quality in the urban context. They are usually associated with tree coverage, playing a great role in biodiversity conservation. The objective of this research was to relate tree compositions of different species diversity, richness. and density of individuals, over eight blocks in a linear park in the urban area of the municipality of Botucatu, with the diversity and richness of bird species, aiming to understand the relationship established between birds and trees. Registers occurred four times a month between September 2018 and March 2019, where all birds and trees found inside the linear park were identified. Predictor variables and their correlations were used through *GGally*, and *vegan* for major component analysis. Through the statistical analysis, *Jackknife 1* and *Bootstrap* richness index were generated, in addition to the similarity cluster by the *gower* method. A total of 57 species of birds and 101 trees were recorded. There was a positive relationship between birds' abundance and the block's area, as well as the richness and abundance of birds with the richness and abundance of trees. The study area shelters only 16% of the region's avifauna, demonstrating that there are still relationships to be studied.

Keywords: Birdlife; Biodiversity; Urban forest.

Recebido em 17.07.2021 e aceito em 29.10.2021

¹ Engenheiro Florestal. Mestrando em Eng. Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: cribas55@gmail.com

² Biólogo. Mestre em Ciência Florestal. Universidade Estadual Paulista. Botucatu/SP. E-mail: mellojr.eco@gmail.com

³ Engenheiro Florestal. Mestrando em Eng. Florestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: iran.lopes@ufpr.br

⁴ Zootecnista. Pós doutoranda em Ciência Florestal. Universidade Estadual Paulista. Botucatu/SP. E-mail: danitrafi@gmail.com

⁵ Engenheira Florestal. Dr^a. Ecologia. Professora da Universidade Estadual Paulista. Botucatu/SP. E-mail: rfonseca@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

Em detrimento do crescimento desordenado das cidades e seus resultados negativos, as árvores passam a compreender importantes elementos naturais restauradores do meio urbano, trazendo inúmeras melhorias ambientais, ecológicas e consequentemente fornecendo mais qualidade de vida aos cidadãos (SANTOS, 1997).

Neste contexto, as aves, que são parte significativa da fauna urbana, tornam-se indicadoras da qualidade ambiental, uma vez que formam um grupo diverso e composto por espécies com diferentes graus de sensibilidade à interferência humana (TOLEDO et al., 2012). A fragmentação de habitats nestes ambientes, por exemplo, é um fator determinante para a diminuição da diversidade avifaunística (CHACE; WLASH, 2006). Para Barth et al. (2015) reter pequenos remanescentes arbóreos no ambiente urbano tem sido uma estratégia para manter a biodiversidade mais próxima, embora sua efetividade para fauna ainda seja amplamente desconhecida.

Pena et al. (2017) constataram uma relação positiva entre a presença de árvores nativas no ambiente urbano e a ocorrência de avifauna, proporcionando principalmente a locomoção destes indivíduos. Com relação à distribuição, Rodrigues et al. (2018) obtiveram maior riqueza de aves em regiões com menor intensidade de urbanização. Não obstante, o tipo de uso da terra circundante aos fragmentos florestais deve ser levado em consideração, visto que espécies mais sensíveis necessitam de áreas vegetadas maiores e com menores níveis de perturbação nos seus entornos (YU; GUO, 2014).

A heterogeneidade ambiental tem extrema importância para a manutenção da integridade da comunidade de aves, sendo que fragmentos de vegetação oferecem melhores condições para a ocorrência de espécies mais sensíveis à matriz urbana e funcionam como “trampolins ecológicos”, que assim como corredores, possibilitam que as aves se desloquem pela paisagem (DEVELEY, 2010). Os parques lineares, que compõem a floresta urbana, são áreas verdes com comprimento maior que a largura, destinados à conservação dos recursos naturais, agregando também a função de lazer e locomoção humana (GIORDANO, 2004; BIONDI, 2015).

O município de Botucatu encontra-se em região de ecótono entre dois hotspots brasileiros, o Cerrado e a Mata Atlântica, tornando-se uma região de elevado interesse ecológico para a conservação de fauna e flora (SIFUENTES, 2018). O processo de degradação e fragmentação que ocorre na região pode reduzir de 13% a 75% da biodiversidade e resulta em prejuízos a processos ecossistêmicos fundamentais (HADDAD et al., 2015; ANTONELLI; FONSECA, 2019).

Buscando aqui entender como a avifauna se distribui ao longo de um parque linear urbano no município de Botucatu, São Paulo. Tem-se como hipótese que a distribuição aleatória das espécies de aves na área urbana sofre influência das variáveis relativas à arborização e da relação espécie-área. Assim, o objetivo desta pesquisa foi investigar as relações de causa e efeito que melhor predizem a riqueza e a distribuição de espécie das aves no parque urbano.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de Botucatu localiza-se no interior do estado de São Paulo, há aproximadamente 740 metros de altitude, na região da formação geológica da Cuesta Basáltica. A precipitação anual média é de 1428,4mm e a temperatura anual média é de 20,3°C, com clima classificado como *Cfa* segundo o método de Köppen (CUNHA, 2009). O município encontra-se numa região de ecótono entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, ocorrendo as fitofisionomias de Cerrado *sensu lato*, predominando Cerradão, Cerrado *sensu stricto* e Floresta Atlântica Estacional Semidecidual, cujas condições ripárias dos dois domínios diferem entre si (SIFUENTES, 2018).

O parque linear “Pedrinho Sansão” fica localizado na zona urbana da cidade nos primeiros 8 quarteirões da Avenida Universitária a partir da entrada da UNESP – Fazenda Lageado entre as coordenadas 22°51’03.4”S 48°26’09.7”O e 22°51’28.3”S 28°26’53.9”O, percorrendo os bairros Jardim Paraíso e Jardim Flamboyant, onde está alocada uma ciclovia. Cada quadra foi considerada como uma área amostral com diferenças quanto a riqueza e densidade e distribuição arbórea, sendo considerada toda sua área e extensão na coleta de dados (Figura 1).

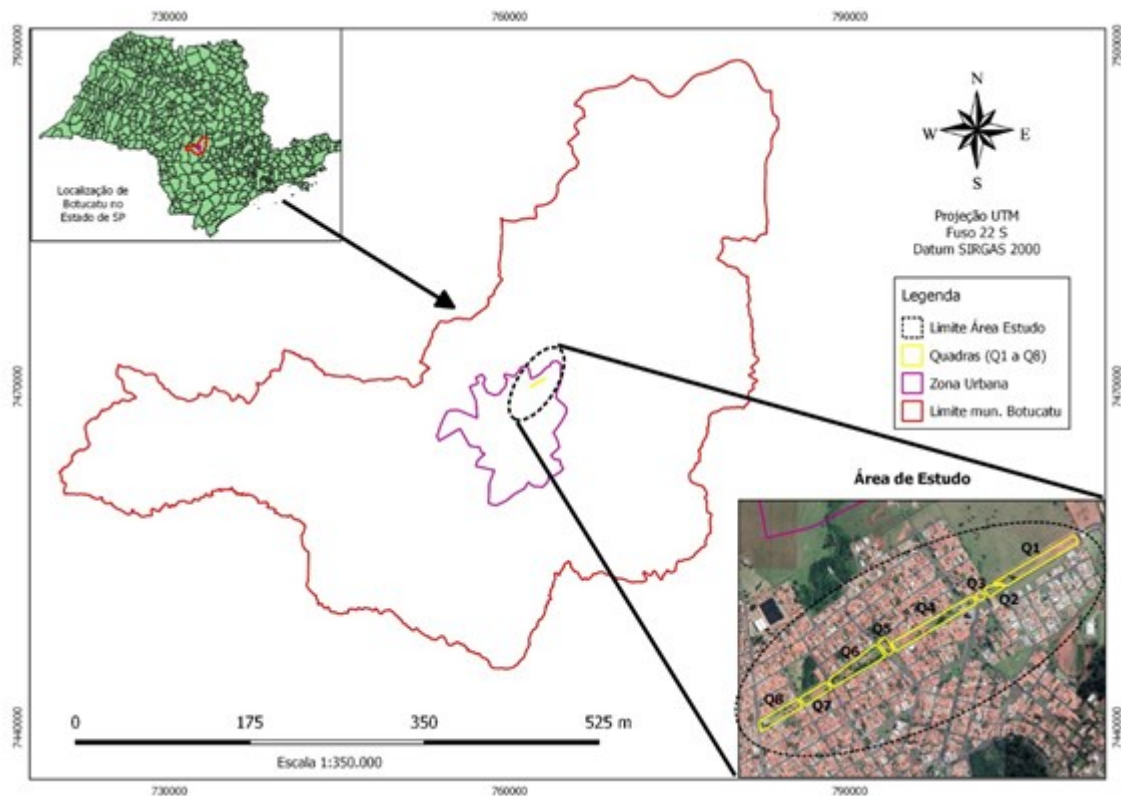


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. Zona urbana do município de Botucatu, São Paulo, Brasil

Figure 1. Location map of the study area. The urban area of the municipality of Botucatu, São Paulo, Brazil

Levantamento de dados

As aves foram amostradas pelo método de transectos, onde foram registrados todos os indivíduos avistados dentro do perímetro dos quarteirões, visualizados pelo autor através de caminhada pela ciclovia centralizada nas quadras (JÚNIOR et al., 2009). Anotou-se através de registro visual e auditivo, dentro do perímetro da quadra, a riqueza (número total de espécies presentes em cada quarteirão) e a abundância (número total de indivíduos registrados em cada quarteirão). O esforço amostral foi o mesmo para todos os quarteirões.

Foram realizadas 28 visitas de campo as quais tiveram uma frequência de 4 amostragens por mês, sendo duas ao amanhecer e duas ao entardecer, períodos do dia de maior atividade das aves, entre setembro de 2018 e março de 2019, englobando as estações de reprodução da avifauna (primavera e verão). A sequência sistemática e as nomenclaturas científicas seguiram a Lista das Aves do Brasil, organizada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2015).

Anotou-se e georreferenciou-se também os indivíduos arbóreos com altura maior que 1 metro. A identificação das espécies foi feita em laboratório através de fotografias ou exsicatas

feitas com partes coletadas das plantas, utilizando-se de literatura especializada. Para realizar a classificação, foram considerados os registros MOBOT e a Lista de Espécies da Flora do Brasil 2015. Os mesmos sites foram consultados para conferir a grafia dos nomes científicos e o nome abreviado de seus autores. A classificação de famílias botânicas seguiu a APG 2016. Em laboratório, com o programa QGis 2.18.28® os pontos foram plotados e calculadas as áreas das quadras.

Variáveis Preditoras

Utilizou-se como variáveis preditoras das aves o número de árvores encontradas nas quadras de amostragem - riqueza, (NT), o número de espécies de árvores por quadra - diversidade (NST), a área em metros quadrados das quadras (ASQ) e a densidade de árvores das quadras - densidade (DT).

Inicialmente foram testadas as correlações entre as variáveis preditoras com o auxílio do pacote *GGally*®, após este teste, foi realizada análise e componentes principais (PCA) somente para as variáveis que apresentavam correlação, utilizando o pacote *vegan*®.

Análise estatística

Foram elaborados gráficos de riqueza e de abundância de indivíduos da avifauna para as quadras. Foi gerada também uma curva randomizada dos registros das aves e gerado os estimadores de riqueza *Jackknife 1* e *Bootstrap*.

Para verificar a similaridade da composição de espécies de aves entre as quadras utilizou-se a padronização pelo método “*normalize*”, em seguida, uma análise de agrupamento através do método “*gower*” com distância e outra através do método *UPGMA* (*Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages*) para agrupamento. O método de agrupamento *UPGMA* foi selecionado por apresentar a melhor correlação cofenética (0,9123) entre a matriz original e a matriz gerada, utilizando novamente o pacote *vegan*®.

Para testar a hipótese estabelecida pela pesquisa de distribuição aleatória das espécies em função das variáveis preditoras realizou-se permutações entre a matriz das espécies de aves observada em função das variáveis preditoras com o pacote *Rmisc*®, testando combinações e as variáveis isoladamente.

Com as variáveis que apresentaram significância nas permutações e os eixos da PCA com mais de 70% de acúmulo de explicação, realizou-se regressões com modelos lineares para testar a intensidade da relação com a riqueza de espécies de aves também utilizando o pacote *vegan*®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto as aves, observou-se um total de 57 espécies distribuídas em 13 ordens, 29 famílias e 53 gêneros. A ordem Passeriformes foi a mais representativa com 34 espécies, correspondendo a 59,6% da riqueza avifaunística da localidade. A quadra Q6 registrou a maior riqueza, com 38 espécies de aves, seguida por Q1, com 34 espécies de aves e Q4 e Q8, com 30 espécies de aves. Na quadra Q7 foram observadas 28 espécies, em Q5 24 espécies, em Q2 20 espécies e Q3 com apenas 16 espécies.

Já a abundância expressa pelo número de indivíduos detectados foi maior na quadra Q4, com 855 indivíduos e em Q6, com 710 indivíduos e tendo o menor valor na quadra Q3 com apenas 88 indivíduos detectados. As aves com maior número de indivíduos detectados foram *Pygochelidon cyanoleuca* (andorinha-pequena-de-casa) com 531 indivíduos, *Zenaida auriculata* (avoante) com 392 indivíduos e *Tangara sayaca* (sanhaço-cinzento) com 212 indivíduos.

Foram observadas três quadras com uma área maior que 10.000 m² (Q1, Q4 e Q6), duas quadras entre 5.000 e 10.000 m² (Q7 e Q8) e três quadras com até 5.000 m² (Q2, Q3 e Q5) (Figura 2).

Dentre as árvores, foram identificados 810 indivíduos distribuídos em 81 gêneros, 101 espécies, em 36 famílias de angiospermas e 2 famílias de gimnospermas, sendo a família Fabaceae a mais representativa com 19 espécies (Tabela 1). Destaca-se a espécie lenhosa *Tecoma stans* (L.) Kunth (ipê-de-jardim) com 55 indivíduos que, segundo Blum (2008), caracteriza-se como espécie invasora de terrenos bem drenados em locais abertos, rurais e urbanos, sendo recomendado o seu controle. Outras espécies arbóreas que apareceram em grande quantidade foram: *Schinus molle* L. (aroeira. (aroeira-salsa), nativa da Mata Atlântica do sul do Brasil, bastante ocorrente nas cidades, com 50 indivíduos, *Mangifera indica* L. (mangueira), exótica, com 46 indivíduos e *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & JW Grimes (sete-cascas), nativa do cerrado da região Centro-Oeste, com 42 indivíduos (Tabela 1).

Quanto à diversidade arbórea, a quadra Q6 apresentou a maior riqueza, com 73 espécies, seguida pela quadra Q4 com 50 espécies e Q8 com 31 espécies lenhosas (Figuras 2 e 3). A diversidade de espécies seguiu a mesma tendência observada para a riqueza. Sobre a densidade de árvores nas quadras, somente a Q6 teve valores maior que 0,03 indivíduos/m², Q5 entre 0,01 e 0,03, as demais apresentaram uma densidade entre 0 e 0,01 (Figuras 2 e 3).

Tabela 1. Lista das espécies arbóreas presentes no Parque Linear Urbano no município de Botucatu, SP
 Table1. List of tree species found in the Linear Urban Park in the municipality of Botucatu, SP

Família	Espécie	Nome popular	Quadra								TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Agavaceae	<i>Yucca sp.</i>	Yuca				1		5	1	1	8
Anacardiaceae	<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira				1		4	2	3	10
	<i>Schinus molle</i> L.	Aroeira-salsa				9		35	4	2	50
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro						3			3
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira				8	1	33	1	3	46
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Gravioleira				1		2	2		5
Apocynaceae	<i>Alamanda cathartica</i> L.	Dedal-de-moça				1		1			2
	<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira						15		1	16
	<i>Plumeria rubra</i> Linn.	Jasmin-manga				1		2			3
	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmin-do-caribe						1			1
	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i> Miers	Leiteiro				1					1
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i> Hayata	Schefflera				1		7	1		9
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	1								1
Arecaceae	<i>Dypsis madagascariensis</i> (Becc.) Beentje & J. Dransf.	Areca-de-locuba						7			7
	<i>Veitchia merrillii</i> (Becc.) HE Moore	Areca-de-manila					9				9
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro-anão				2					2
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá		1							1
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Espátódea								1	1
	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo				9		5		4	18
	<i>Handroanthus chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Ipê-amarelo-felpudo						2			2
	<i>Handroanthus roseoalba</i> (Ridl.) Sand.	Ipê-branco				4	9	11		2	26
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Kunth	Ipê-de-jardim				1		49	4	1	55
	<i>Handroanthus avellanadae</i> Lor. Ex Griseb.	Ipê-rosa				10	2	12		4	28
	<i>Handroanthus heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	Ipê-roxo				4	5	7		1	17
	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jacarandá-mimoso					4	17	1	3	25
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Monguba						2			2
	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Paineira				2		2		1	5
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Baba-de-boi					2				2
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vellozo) Arrab. ex Steudel	Louro-pardo						5			5
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro				1					1
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Embaúba								1	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oiti				1		4			5
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copas						5	1		6
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cipreste		1							1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Leiteiro-vermelho							1		1
	<i>Euphorbia leucocephala</i> Lotsy	Neve-da-montanha				1					1
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'Água				1		3			4
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Capixingui						1			1
	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Boleira						1			1
Fabaceae	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. <i>ferrea</i>	Acácia	1	1		1				1	4
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vog.	Aldrago					1	2			3
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco				4	6	14	1	8	33
	<i>Centreolobium tomentosum</i> Guill. Ex Benth	Araribá						3			3
	<i>Cojoba arborea</i> Britton & Rose	Brinco-de-índio								1	1
	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	Cabreúva						1	2	1	4
	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Copaíba	2			1					3

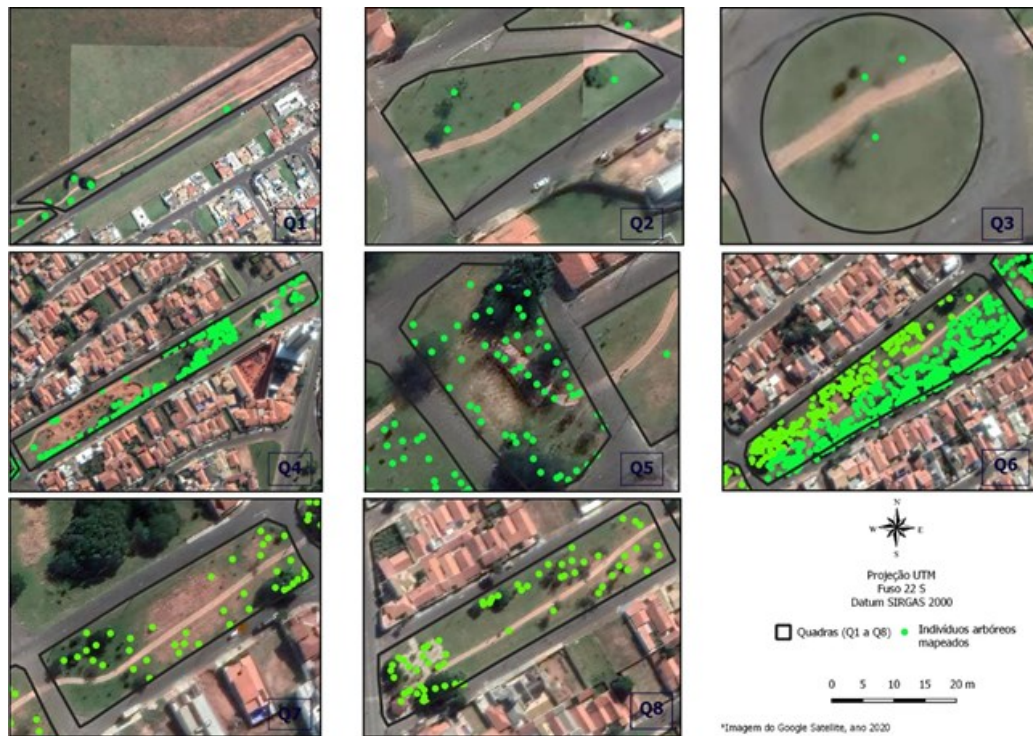


Figura 2. Distribuição de indivíduos arbóreos ao longo dos quarteirões estudados do parque linear em Botucatu, São Paulo, Brasil.

Figure 2. Distribution of trees along the blocks of the linear park in Botucatu, São Paulo, Brazil.

Não se observou a estabilização da curva randomizada de acúmulo de espécies de aves. Os valores dos estimadores *Jackknife 1* e *Bootstrap* ficaram fora do intervalo de confiança da curva da riqueza final.

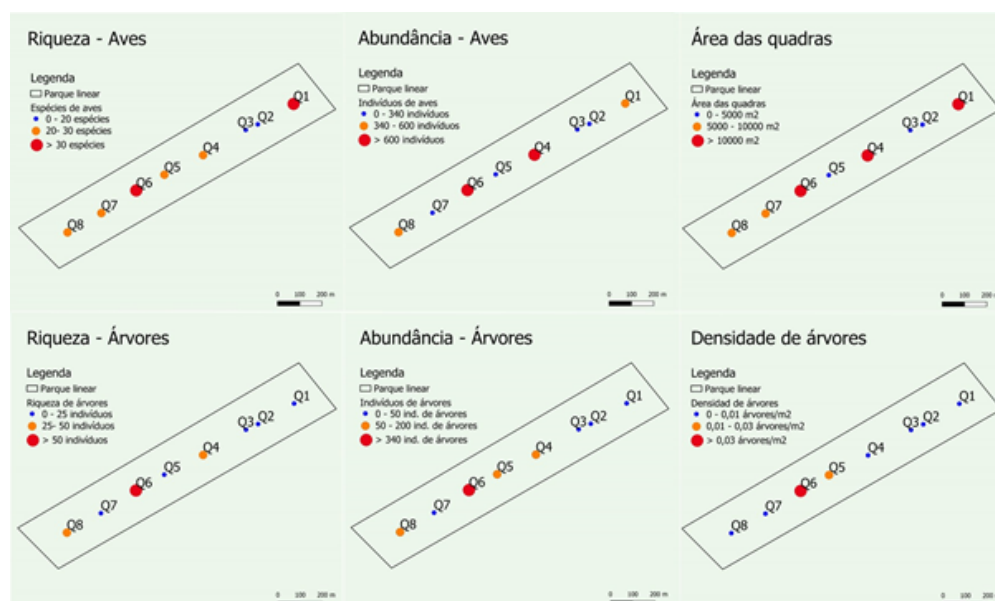


Figura 3. Classes de riqueza e abundância de espécies de aves por quadras, área das quadras e riqueza, abundância e densidade de árvores por quadras.

Figure 3. Classes of richness and abundance of bird species per block, area of blocks and richness, abundance and density of trees per block.

Entre as variáveis preditoras observou-se a correlação entre as variáveis NT (número de indivíduos arbóreos por quadra – riqueza) com NST (número de espécies por quadra – diversidade) que foi de 0,890, NT com DT (densidade de indivíduos por quadra – densidade) foi 0,898 e NST com DT foi 0,771 (Figura 4). Mas, após a análise de componentes principais, foi verificado que todas as variáveis apresentam o mesmo sentido para o primeiro eixo da PCA, que teve 73,03% de captação de variação dos dados (Figura 4). Para o segundo eixo da PCA, com 22,07% de captação da variação, observou-se que as variáveis NT, NST e DT possuem o mesmo sentido divergindo somente quanto a variável ASQ (área da quadra) (Figura 4). Assim, foram mantidas somente NT (número de árvores encontradas na quadra) e ASQ (área em m² das quadras).

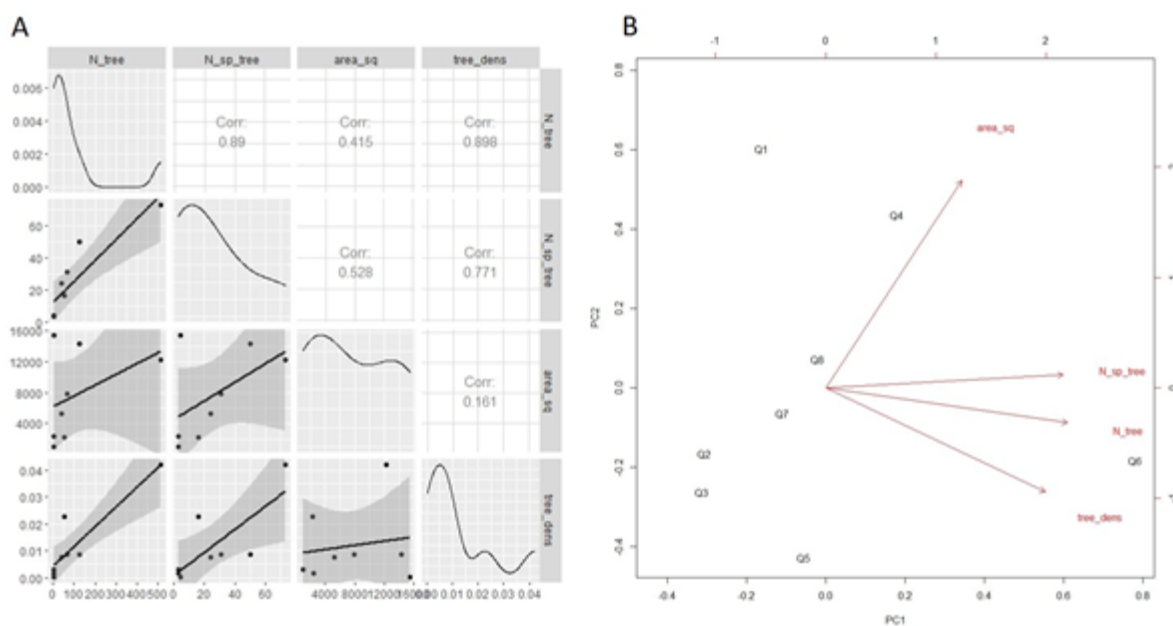


Figura 4. Correlação (A) e análise dos componentes principais - PCA (B) das variáveis preditoras para as aves no parque linear em Botucatu-SP.

Figure 4. Correlation (A) and analysis of the main components - PCA (B) of the predictive variables for birds in the linear park in Botucatu-SP.

O agrupamento entre as espécies arbóreas demonstrou que as três quadras com maior riqueza de espécies (Q6, Q4 e Q8) formaram cada uma, grupos distintos com composição diferenciada das demais quadras (Figura 5). Entre as maiores similaridades estão as quadras Q2 com Q3 e Q4 com Q5 (Figura 5).

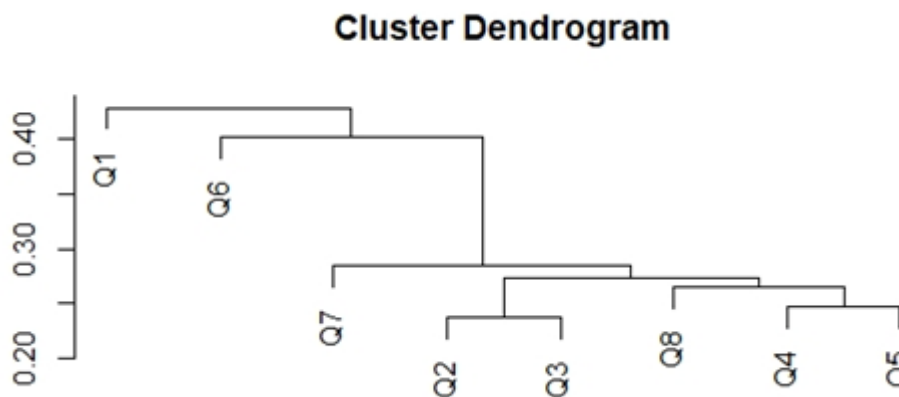


Figura 5. Dendrograma do agrupamento das quadras pela composição de espécies de árvores. Método de distância de Gower e de agrupamento UPGMA.

Figure 5. Dendrogram of block grouping by tree species composition through Gower distance and UPGMA clustering

As permutações entre as espécies de aves com as variáveis preditoras NT e ASQ apresentaram no modelo geral com significância marginal ($F= 2,0562$; $R^2= 0,6066$; $p= 0,051$). Na permutação entre os fatores observou-se que há significância apenas da variável número de árvores (NT) para a distribuição não aleatória das espécies de aves, o mesmo na permutação entre as espécies de aves e NT e ambas com 40,53% de explicação da distribuição das espécies de aves, o que não reflete uma preferência específica, mas pelo componente arbóreo em geral.

Nas regressões lineares realizadas com os valores de riqueza observou-se significância somente entre a riqueza de espécie de aves com a variável da área da quadra (ASQ) e com o primeiro eixo da PCA (70,03% de captação da variação dos dados), como 68,85% de explicação do modelo ($p= 0,0067$) e 50,43% de explicação ($p=0,0292$), indicando que a área da quadra influenciou, de maneira geral, mais intensamente na distribuição quantitativa de aves.

Embora a região da área de estudo e seu entorno possua o registro de 342 espécies de aves (NISHIDA et al., 2018), o parque linear estudado possui apenas uma fração deste *pool* de espécies, cerca de 16%. Quando comparada com outros trabalhos realizados na área urbana, o presente estudo apresenta valores de riqueza de espécies abaixo dos encontrados em outros fragmentos florestais inseridos na área urbana, como encontrado em Schunk e Alves (2020) com riqueza superior a 100 espécies. No entanto, em comparação com trabalhos realizados em áreas com apenas arborização viária, desconsiderando outras tipologias de floresta urbana, os resultados do estudo são equivalentes, demonstrando que a vegetação do parque linear estudado ainda não é capaz de exercer a função de um fragmento florestal urbano do ponto de vista da avifauna (SAMBUGARO-SANTOS et al., 2014; GONÇALVES; TOLEDO, 2016).

Os valores estimados da riqueza ficaram fora dos intervalos de 95% da curva de acúmulo de espécies. Isto se assemelha a uma estrutura de um habitat com poucas espécies residentes e um grande número de espécies que utilizam os recursos disponíveis em diferentes

intervalos de tempo (KENNEDY et al., 2016), padrão encontrado em ambientes tropicais, mas acentuado em áreas urbanas como observado aqui e em estudos como o de Rodrigues et al. (2018).

Outros autores relatam a relação entre o tamanho da mancha florestal e o isolamento de parques urbanos (CORRAL; VALÉRIO, 2019), impermeabilização do solo (GONÇALVES; TOLEDO, 2016) e árvores frutíferas (LOURENÇO; BIAGOLINI, 2018) como principais influenciadores da riqueza e abundância de espécies de aves. Por outro lado, Pena et al. (2017) afirmam a possibilidade de a arborização viária promover a conectividade da avifauna entre as áreas verdes urbanas, especialmente com o plantio de árvores nativas. Dessa forma, havendo um planejamento adequado, o desenho formado pela arborização viária nas cidades pode mitigar os efeitos negativos à avifauna proveniente da fragmentação de habitats naturais (PENA et al., 2017).

Observou-se nas permutações que as espécies de aves não apresentaram distribuição aleatória entre as quadras do parque linear, havendo uma tendência de distribuição em função do número de indivíduos arbóreos. Embora pesquisas como a de Rodrigues et al. (2018) demonstrem que os ruídos urbanos sejam os maiores influenciadores da distribuição das aves, os parques lineares tendem a ter uma maior homogeneidade na distribuição de ruídos, não sendo considerados neste estudo.

A riqueza de espécies de aves foi melhor correlacionada com a área das quadras do parque linear, onde as com maior área abrigam um número maior de espécies de aves, embora tenha sido correlacionada também com o primeiro eixo da PCA realizada entre as quatro variáveis preditoras iniciais. Dentre outros fatores que possam modular a riqueza nas áreas urbanas, Alexandrino et al. (2013) observaram que a riqueza de espécies de aves, além de serem dependentes da arborização, apresentam melhores resultados quando analisados juntamente com a área construída e a área permeável de solo na unidade amostral. Pena et al. (2017) destacam a importância das áreas permeáveis no entorno das arborizadas, como os gramados, cujo potencial de fornecer condições para forrageamento de insetos é considerável.

Observou-se ainda que a distribuição das espécies de aves não foi aleatória entre as quadras amostradas, com uma estreita relação entre o número de indivíduos arbóreos presentes nas quadras. Mesmo não sendo analisadas relações entre as espécies arbóreas com as espécies de aves, essa relação pode estar presente e ajudando a determinar a distribuição não-aleatória das aves. Por outro lado, a riqueza de espécie de aves teve forte correlação com o tamanho das quadras, ressaltando a relação espécie-área no grupo das aves. Isto é, os ambientes, ou unidades amostrais, maiores podem abrigar um maior número de micro habitats, possibilitando a ocupação por um número maior de espécies de aves além de possuir uma inerente maior capacidade de suporte.

CONCLUSÕES

Constatou-se uma relação positiva entre abundância de aves e a área das quadras, bem como a riqueza e a abundância de aves com a riqueza e abundância de árvores, reforçando a importância dos parques urbanos, em especial os parques lineares, para a manutenção da permeabilidade das áreas urbanas e manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas aves.

Ressalta-se, ainda, alguns dos inúmeros pontos de relevância da arborização urbana e seus benefícios, bem como a importância da manutenção de áreas verdes nas cidades, com a implementação de políticas públicas voltadas à arborização urbana com espécies nativas e atrativas para a avifauna, com o objetivo de fornecer uma maior e melhor permeabilidade das aves no ambiente urbano.

Recomenda-se outros estudos regionais que verifiquem as relações mais estreitas que ligam as aves às espécies arbóreas, para tornar as regiões de floresta urbana mais efetivas na manutenção da biodiversidade avifaunística.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, ao Departamento de Ciência Florestal, ao Laboratório de Conservação da Natureza e ao auxílio na coleta de campo pela estudante de Biologia Alessandra Souza.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E. R.; BOVO, A. A. A.; LUZ, D. T. A.; COSTA, J. C.; BETINI, G. S.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; COUTO, H. T. Z. Aves do campus “Luiz de Queiroz” (Piracicaba, SP) da Universidade de São Paulo: mais de 10 anos de observações neste ambiente antrópico. **Atualidades Ornitológicas**, São Paulo, n. 173, p. 40-52, 2013.

ANTONELLI, V. R.; FONSECA, R. C. B. Caracterização da avifauna na fazenda Experimental Lageado, Botucatu, São Paulo. **Atualidades Ornitológicas**, São Paulo, v. 208, p. 42-52, 2019. DOI: 0104-2386/1981-8874/1981-8831.

BARTH, B. J.; FITZGIBBON, S. A.; WILSON, R. S. New urban developments that retain more remnant trees have greater bird diversity. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 136, p. 122-129, 2015. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.11.003.

BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Curitiba: Edição do Autor, 2015. 202p.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A.C.F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.2, p.78-97, 2008.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). **Lista de Aves do Brasil**: 12ª Edição, 2015. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br/listas/>>. Acesso em: 15 de nov. 2020.

CHACE J. F.; WALSH, J. J. Urban effects on native avifauna: a review. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 74, p. 46-69, 2006. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.08.007.

CORRAL, A.; VALÉRIO, L. M. Efeito do tamanho e distância de fragmentos florestais urbanos na composição de aves no perímetro urbano de Campo Grande – MS. **Atualidades Ornitológicas**, São Paulo, v. 201, p. 33-46, 2019. DOI: 0104-2386/1981-8874/1981-8831.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009. DOI: 10.15809/irriga.2009v14n1p1-11.

DEVELEY P. F. E.; PONGLIUPPI, T. Impactos Potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, 2010. DOI: 10.1590/S1676-0603210000400005.

GIORDANO, L. C. **Análise de um conjunto de procedimentos metodológicos para a delimitação de corredores verdes (greenways) ao longo de cursos fluviais**. Rio Claro, 2004. 162f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

GONÇALVES, S. F.; TOLEDO, M. C. B. Aves em quintais e a relação com os proprietários de residências em área urbana da cidade de Jacareí, São Paulo, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, p. 1149-1162, 2016. DOI: 10.4135/ambi-agua.1916

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; LOVEJOY, T. E.; SEXTON, J. O.; AUSTIN, M. P.; COLLINS, C. D.; COOK, W. M.; DAMSCHEN, E. I.; EWERS, R. M.; FOSTER, B. L.; JENKINS, C. N.; KING, A. J.; LAURENCE, W. F.; LEVEY, D. J.; MARGULES, C. R.; MELBOURNE, B. A.; NICHOLLS, A. O.; ORROCK, J. L.; SONG, D.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's Ecosystems. **Science Advances**, v. 28, n. 3., 2018. DOI: 10.1126/sciadv.1500052

JUNIOR, L. C.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2009. 652p.

KENNEDY, C. M.; ZIPKI, E. F.; MARRA, P. P. Differential matrix use by Neotropical birds based on species traits and landscape condition. **Ecological Applications**, v. 27, n. 2, p. 619-631, 2016. DOI: 10.1002/eap.1470

LOURENÇO R. W.; BIAGOLINI, C. H. Relação entre avifauna e plantas frutíferas em 10 parques lineares da cidade de São Paulo, (Brasil). **Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, v. 12, n. 2, p. 70-81, 2018.

NISHIDA, S. M.; FONSECA, R. C. B.; LOPES, L. F.; BACCHIM, G. T.; BOAROS J. P. S.; PAGNIN, D.; ANTONELLI, V. R. **Guia de Aves: Botucatu e São Manuel**. Botucatu: FUNDIBIO, 2018. 288p.

PENA, J. C.; MARTELLO, F.; RIBEIRO, M. C.; ARMITAGE, R. A.; YOUNG, R. J.; RODRIGUES, M. Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. **Urban Ecology – PloSone**, San Francisco, v. 12, n. 3, 2017.

RODRIGUES, A. G.; BORGES-MARTINS, M.; ZILIO, F. Bird diversity in a urban ecosystem: the role of local habitats in understanding the effects of urbanization. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 108, 2018. DOI: 10.1590/1678-4766e201817

RODRIGUES, M.; CARRARA, L. A.; FARIA, L. P.; GOMES, H. B. Aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o Vale do Rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 326-338, 2005. DOI: 10.1590/S0101-81752005000200005.

SAMBUGARO-SANTOS, P. T.; SILVA, H. P.; ROSA, T. A. Importância da arborização urbana para a manutenção das aves na sede municipal de Fênix (PR). **Arquivos do MUDI**, Maringá, v. 17, n. 1, p. 15-16, 2013.

SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997. 136p.

SCHUNCK, F.; ALVEZ, A. R. Jacques Cousteau: a importância de um parque urbano para a conservação de aves do município de São Paulo, sudeste do Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, São Paulo, v. 215, p. 47-66, 2020. DOI: 0104-2386/1981-8874/1981-8831.

SIFUENTES M. V. B. **Estresse hídrico em mudas de *Astronium graveolens* Jacq.** Botucatu, 2018. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018.

TOLEDO, M. C. B.; DONATELLI, R. J.; BATISTA, G. T. Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. **Urban Ecosystems**, v. 15, n. 1, p. 111-131, 2012. DOI: 10.1007/S11252-011-0195-2.

YU, T.L.; GUO, Y. S. Effects of urbanization on avian community in southwestern China. **Russian Journal of Ecology**, v. 45, p. 399-406, 2014. DOI: 10.1134/S1067413614050154.