

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – *campus* Sorocaba

THAYS ALMEIDA SILVA

REDES DE INTERAÇÕES AVES-PLANTAS: FRUGIVORIA EM ÁREAS URBANAS DA
MATA ATLÂNTICA

SOROCABA

2021

THAYS ALMEIDA SILVA

REDE DE INTERAÇÕES AVES-PLANTAS - FRUGIVORIA EM ÁREAS URBANAS DA
MATA ATLÂNTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas, da Universidade
Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba.

Orientação: Prof. Dr. Augusto João Piratelli

SOROCABA

2021

Thays Almeida, Silva

REDE DE INTERAÇÕES AVES-PLANTAS - FRUGIVORIA
EM ÁREAS URBANAS DA MATA ATLÂNTICA / Silva
Thays Almeida -- 2021.
46f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Augusto João Piratelli
Banca Examinadora: Alexander Vicente Christianini,
Lucas Andrei Campos-Silva
Bibliografia

1. Rede de interações. 2. Avifauna urbana. 3. Frugivoria.
I. Thays Almeida, Silva. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

FOLHA DE APROVAÇÃO

THAYS ALMEIDA SILVA

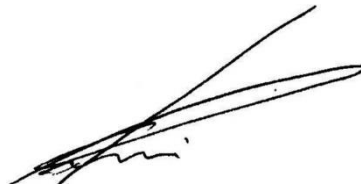
**REDE DE INTERAÇÕES AVES-PLANTAS: FRUGIVORIA EM ÁREAS
URBANAS DA MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 7 de Janeiro de 2021.

Orientador



Prof. Dr. AUGUSTO JOÃO PIRATELLI

Membro 1



Prof. Dr. ALEXANDER VICENTE CHRISTIANINI

Membro 2



MSc. LUCAS ANDREI CAMPOS-SILVA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, por todo suporte financeiro e emocional, além de todo apoio que me deram durante o curso. Obrigada por me ampararem até aqui e por me ajudarem a formar a pessoa que sou hoje. Sou grata a tudo que fazem e já fizeram por mim.

Agradeço ao meu orientador, Piratelli, pela ajuda, paciência, aprendizado e principalmente pela oportunidade de trabalharmos juntos tanto neste trabalho como na IC, seu suporte foi fundamental para o avanço da minha graduação.

Agradeço aos membros do LECO pois aprendi muito com todos durante a minha graduação, em especial ao Lucas, por me auxiliar ao longo desta trajetória, pela presença e ajuda constante, e por todo aprendizado. Obrigada a Anna Elizabeth pelo suporte estatístico e pelo auxílio neste trabalho, com certeza o resultado deste trabalho seria outro sem essa rede de suporte.

Agradeço aos meus amigos Bio Bach 016: Ana Luiza, Alessandra, Ana Beatriz, Bruna, Gabrielly, Júlia e Leonardo, obrigada por terem me acolhido e pela presença nestes anos. Com certeza a minha graduação teria sido muito diferente sem o suporte que criamos uns com os outros, aprendi muito com todos vocês compartilhando os momentos bons e ruins dessa fase.

Agradeço também a todos os amigos que fiz durante a graduação, por me ensinarem a lidar com pessoas tão diversas e pelo acolhimento, espero continuar contando com todos os amigos citados. Por fim, agradeço ao meu namorado Querido pelo ombro amigo e por me aguentar tanto nas reclamações quanto no falatório.

RESUMO

A urbanização causa inúmeros distúrbios à biodiversidade, diminuindo a heterogeneidade ambiental, causando o processo de simplificação da comunidade e favorecendo espécies com maior tolerância às ações antrópicas, usualmente generalistas nos habitats e hábitos alimentares. As interações entre plantas e frugívoros estabelecem uma estrutura importante para uma comunidade, e a sua perda pode comprometer as espécies envolvidas e as funções ecológicas que desempenham. Assim, as redes de interações são ferramentas importantes para compreender processos e padrões ecológicos responsáveis pela complexidade estrutural das comunidades. Ainda que muitos dos grandes centros urbanos estejam dentro do domínio da Mata Atlântica, poucos são os estudos sobre redes de interações nesse ambiente. Logo, os objetivos deste estudo são (1) caracterizar o conhecimento sobre frugivoria por aves em áreas urbanas do bioma da Mata Atlântica; (2) analisar a interação entre a avifauna urbana e as plantas através de uma rede de interações; (3) verificar o comportamento da rede e (4) avaliar a influência das espécies exóticas na rede. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre frugivoria por aves em ambientes urbanos da Mata Atlântica no Brasil, levantados artigos que incluíssem essas interações. Após a coleta de dados, foi gerada uma lista de espécies de aves registradas consumindo frutos, criando assim uma matriz binária de interações plantas e aves, que foi utilizada para a plotagem da rede, analisando sua estrutura e organização. Para a rede, foram observados a conectividade das espécies e o aninhamento da rede, estimado com a métrica de aninhamento com base na sobreposição e diminuição do preenchimento (NODF). Foram incluídos na análise 19 estudos em 9 estados dentro da Mata Atlântica, tendo sido registradas 78 espécies de aves consumindo frutos de 103 espécies de plantas. A rede de interações apresentou um padrão aninhado ($NODF = 26$, $p = 0$) e foram observadas 541 interações, apresentando uma baixa conectância (6,65%), que estima a proporção das interações realizadas com relação ao total de interações possíveis. As assembleias de aves e de plantas se mostraram estáveis e resistentes no funcionamento das interações, visto que a estrutura aninhada é uma propriedade que demonstra agrupamentos não ao acaso. Tais resultados indicam que o consumo de frutos por aves nas áreas urbanas ocorre de maneira oportunista, em especial por espécies generalistas.

Palavras-chave: Redes ecológicas, avifauna, ambiente urbano.

ABSTRACT

Urbanization causes innumerable disturbances to biodiversity, reducing environmental heterogeneity, causing the process of community simplification, and favoring species with greater tolerance to anthropic actions, usually generalists in habitats and eating habits. The interactions between plants and frugivores establish an important structure for a community, and its loss can compromise the species involved and the ecological functions they perform. Thus, interaction networks are important tools to understand ecological processes and patterns responsible for the structural complexity of communities. Although many large urban centers are within the domain of the Atlantic Forest, there are few studies on interaction networks in this environment. Therefore, the study objectives are (1) to characterize this knowledge about frugivory by birds in urban areas of the Atlantic Forest biome; (2) to analyze an interaction between urban birdlife and plants through an interaction network; (3) to verify the behavior of the network and (4) evaluate the influence of exotic species on the network. For this, a bibliographic review on frugivory by birds in urban environments of the Atlantic Forest in Brazil was carried out, articles that included these interactions were surveyed. After the data collection, a list of bird species that consumed fruits is generated, thus creating a binary matrix of plant and bird interactions, which was used for plotting the network, analyzing its structure and organization. For the network, the species connectivity was observed, and the network nesting, estimated with the Nestedness Metric Based on Overlap and Decreasing Fill (NODF). 19 studies in 9 states within the Atlantic Forest were included in the analysis, having generated 78 bird species consuming fruits of 103 plant species. The interaction network has a nested pattern (NODF = 26, $p = 0$) and 541 interactions were observed, presenting low connectivity (6.65%) which estimates the proportion of the interactions performed in relation to the total of possible interactions. Birds and plants assemblages proved to be stable and resistant in the interaction functioning, since the nested structure is a property that demonstration groupings not at random. The number of interactions seems to justify the connectivity, since it decreases due to the network size, reducing the transmission of disturbances. Thus, fruit consumption in urban areas occurs opportunistically, especially by generalist species.

Keywords: ecological networks, birdlife, urban environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Mapa com a localização geográfica dos estudos analisados, os círculos azuis representam as áreas de estudo e os limites geográficos do bioma de verde escuro, contornando o bioma.....14
- Figura 2 – Número total de espécies de plantas levantadas que interagiram com as aves, incluindo o total de espécies nativas e exóticas, além do total de espécies para comparação.....15
- Figura 3 – Número total de espécies de aves levantadas que interagiram com as plantas, incluindo o total de espécies onívoras, frugívoras, insetívoras e granívoras, além do total de espécies para comparação..... 15
- Figura 4 – Representação da rede de interações entre as aves consumidoras de frutos (à direita) e plantas (à esquerda) das áreas urbanas da Mata Atlântica. A espessura das barras representa a quantidade de interação de cada espécie e a espessura das linhas que conectam as barras representa a frequência de interação que uma espécie teve com a outra (em destaque as espécies mais frequentes e com maior força de interação)16
- Figura 5 - Espécies com maior número de interações (≥ 10 interações), organizado por (A) aves e (B) plantas de áreas urbanas dentro do perímetro da Mata Atlântica.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de artigos levantados e inclusos no estudo, com a citação dos autores e locais onde foram realizados.....	14
Tabela 2 – Estudos observados na Mata atlântica e a relação entre n° de interações e a conectância das respectivas redes de interações.....	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1 COLETA DE DADOS	12
2.2 REDE DE INTERAÇÃO	12
2.3 ANÁLISE DE DADOS	13
3. RESULTADOS	13
4. DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	21
6. REFERÊNCIAS	22
7. APÊNDICES	30
8. ANEXOS	31

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é caracterizada pela presença de superfície impermeável com uma alta densidade de pessoas, e consiste no processo de transformar as áreas naturais em ambientes antropizados para atender as demandas da humanidade (GILBERT, 1989; ESCOBAR-IBÁÑEZ & MACGREGOR-FORS, 2016). Este processo causa inúmeros distúrbios à biodiversidade, em geral, diminuindo a heterogeneidade natural, causando o processo de simplificação da comunidade e atuando como um filtro, que favorece espécies com maior tolerância às ações antrópicas e que são generalistas em relação aos habitats e ao hábito alimentar (BRANDON et. al, 2005). Adicionalmente, promove a perda de espécies nativas mais especializadas através da redução e fragmentação da área disponível para as espécies (MICKINNEY, 2002; PIRATELLI et. al., 2017).

Cerca de 72% da população brasileira vive na Mata Atlântica. Com base nas estimativas do IBGE (2010), são mais de 145 milhões de habitantes em 3.429 municípios, correspondendo a 61% dos existentes no Brasil. A Mata Atlântica originalmente representava 13% de todo o território brasileiro (IBGE, 2019), entretanto, desde o período da colonização do Brasil, a Mata Atlântica vem passando por diversas fases de alteração da vegetação nativa para usos do solo de maior interesse econômico (SCHAFFER & CAMPANILI, 2010). O bioma está presente em cerca de 56% das áreas urbanas do país (SOUZA et. al, 2020), e por isso, enfrenta diversos problemas influenciados pelo desmatamento, principalmente relacionados a perda de espécies através da redução e fragmentação de áreas (SCHAFFER & CAMPANILI, 2010).

A avifauna urbana pode ser dividida em duas categorias quanto à resposta ao processo de urbanização: as “moradoras urbanas” (*urban dwellers*), que podem ocorrer igualmente em áreas naturais ou urbanas (independente das áreas verdes nas cidades); e “utilizadoras urbanas” (*urban utilizers*), que ocorrem ocasionalmente em áreas urbanas para reprodução ou como forrageadoras, ou pela dispersão de áreas naturais adjacentes às áreas urbanas (FISCHER et. al, 2015). A conservação da avifauna utilizadora do ambiente urbano depende tanto do manejo das espécies nas áreas urbanizadas quanto das áreas naturais, e a variação na resposta das populações pode ser produzida por diversos fatores, como por exemplo, diferenças nas características da paisagem, práticas de manejo e composição da comunidade (FISCHER et. al, 2012).

As aves são responsáveis por inúmeras interações dentro do seu contexto ecológico, incluindo suas relações com as espécies vegetais (PIZO, 1997). Considerando isso, a frugivoria (ato de comer frutos) se estabelece como uma interação importante, já que os frutos de muitas

plantas são um importante recurso na alimentação de diversas aves, consideradas entre os mais importantes dispersores de sementes (PIZO, 1997; PIZO & GALETTI, 2010). Dessa forma, as dispersoras utilizam a polpa dos frutos como fonte de alimentação de forma com que as sementes sejam carregadas intactas a outros locais e serão descarregados nas fezes, regurgitos e cuspes, geralmente longe da planta-mãe, desempenhando assim um papel essencial para a manutenção da biodiversidade inclusive dentro do ambiente urbano (PIZO & GALETTI, 2010).

As interações entre plantas e frugívoros estabelecem uma estrutura importante para a complexidade de uma comunidade e a sua perda pode prejudicar a biodiversidade, principalmente em florestas neotropicais, onde mais de 80% das espécies de árvores e arbustos dependem de vertebrados frugívoros para dispersarem suas sementes (JORDANO, 2000, SILVA et. al, 2015). Os frutos são um recurso alimentar para muitos animais frugívoros, principalmente mamíferos e aves (PIZO & GALETTI, 2010). Esses animais regurgitam, defecam, cospem ou, de outra forma, soltam sementes não danificadas das plantas-mães; são os dispersores de sementes que estabelecem um vínculo dinâmico entre a planta e o banco de sementes-mudas nas comunidades naturais (JORDANO, 2000).

As redes de interações são ferramentas importantes para entender os processos e padrões ecológicos responsáveis pela complexidade estrutural das comunidades (CARLO & YANG, 2011; EMER et. al, 2018). Análises de redes de interações são úteis por fornecerem uma forma de comparar de forma quantitativa os padrões de interações entre plantas e animais em diversas comunidades, o que permite observações sobre a história natural dessas comunidades através dos padrões de interações realizadas (BASCOMPTE & JORDANO, 2007). Esses padrões em redes mutualísticas dizem respeito à estabilidade e funcionamento das comunidades, em que redes aninhadas são mais resistentes a extinção de espécies (CARLO & YANG, 2011; FORTUNA & BASCOMPTE, 2006).

Ainda que muitos dos grandes centros urbanos e suas áreas de expansão no Brasil se encontram em áreas de domínio da Mata Atlântica, existe uma ausência de trabalhos sobre a frugivoria nesse ambiente. Assim, surge a importância de se conhecer quais são as espécies de aves de Mata Atlântica que mantem as estruturas dessas redes de interação. Neste contexto, os objetivos deste estudo são: (1) Apresentar informações sobre frugivoria por aves em áreas urbanas da Mata Atlântica; (2) analisar a interação entre a avifauna urbana e as plantas através de uma rede de interações; (3) verificar o comportamento da rede e (4) avaliar a influência das espécies exóticas na rede.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA DE DADOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre frugivoria por aves em ambientes urbanos da Mata Atlântica no Brasil, utilizando as palavras chaves: “frugivoria”, “Mata Atlântica”, “aves” e “área urbana” em português e “Frugivory”, “Atlantic forest”, “birds” e “urban” em inglês. O levantamento ocorreu em 2020 e foi feito através da base de dados do Google Acadêmico, com um filtro temporal de 2010-2020, para levantar estudos mais recentes. Foram incluídos apenas artigos científicos que passaram por revisão por pares e que foram publicados em revistas, não foram analisados artigos de revisão e publicações de dissertações, e que ocorressem dentro do perímetro urbano (com base na descrição dos autores e checagem de locais através das localizações fornecidas) de regiões incluídas no bioma Mata Atlântica.

Através da pesquisa, foram levantados artigos que incluíssem interações tróficas entre aves e plantas arbóreas e arbustivas, gerando dados sobre os locais de estudo. Foram inclusos na análise: o número de espécies de aves consumidoras de frutos encontradas e seus hábitos alimentares (onívoro, frugívoro, insetívoro e granívoro), e para o grupo das plantas os traços analisados foram a ocorrência no Bioma (nativa ou exótica). Para a classificação das dietas foram utilizadas informações obtidas na literatura (WILMAN et al., 2014), assim como para a classificação da origem das espécies vegetais (BARBOSA et. al, 2015; MARTINELLI et. al, 2008).

2.2 REDE DE INTERAÇÃO

Após a coleta de dados, foi gerada uma lista de espécies de aves que foram registradas consumindo frutos, criando assim uma matriz de interações plantas-aves em áreas urbanas dentro do perímetro da Mata Atlântica. As espécies de aves foram dispostas em linhas e as espécies vegetais em colunas e, a cada interação avaliada, a célula no cruzamento das espécies foi preenchida com 1 no caso de presença de interação em pelo menos 1 estudo, e a ausência dessa interação preenchida com 0 (de presença e ausência), para a formação de dados binários em uma rede qualitativa (BASCOMPTE ET AL. 2003). Depois da matriz criada, esta foi utilizada no software R versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2019) com o auxílio dos pacotes bipartite (DORMAN et. al, 2020), igraph (CSARDI, 2020) e sna (BUTTS, 2020), para calcular as métricas e estatísticas mais comuns, plotar e analisar a rede, respectivamente, auxiliando para a elaboração da rede de interações através da formulação de um script. Assim, a rede criada foi analisada quanto à sua estrutura e organização, através das métricas fornecidas pelo software.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para a estrutura e comportamento da rede, foram observadas a conectividade das espécies, que representa a quantidade de interações realizadas por cada espécie, o grau de aninhamento da rede, que foi estimado utilizando a métrica *Nestedness Metric Based on Overlap and Decreasing Fill* (Métrica de aninhamento com base na sobreposição e diminuição do preenchimento, NODF), considerada apropriada para a avaliação de redes de interação (ALMEIDA-NETO ET AL., 2008; RODRIGUES, 2015), e por fim, também foram analisadas a conectância da rede, que estima a proporção das interações realizadas com relação ao total de interações possíveis (GIACOMINI & PETRERE, 2010). O NODF varia de zero a 100 - quanto mais próximo de 100 o valor de NODF for, mais aninhada é a rede (ALMEIDA-NETO ET AL., 2008). Para analisar se as espécies vegetais exóticas interferiram na estrutura da rede de interação, elas foram excluídas da matriz de interação e todas as análises foram refeitas, assim, fornecendo uma forma de comparar as duas redes de interações, a rede com todas as espécies analisadas e a rede apenas com as espécies nativas. Para obter a probabilidade (p-valor) de o NODF observado ser ao acaso, foram simuladas 1.000 matrizes aleatórias pelo modelo nulo tipo 2 calculado por meio do programa Aninhado 3.0 (ALMEIDA-NETO ET AL., 2008; GUIMARÃES JR; GUIMARÃES, 2006).

3. RESULTADOS

Foram incluídos na análise 19 estudos realizados (Tabela 1) com pelo menos 1 interação entre aves e plantas em nove estados brasileiros dentro da Mata Atlântica e dentro do perímetro urbano (Figura 1). Foi registrado um total de 78 espécies de aves consumindo frutos de 103 espécies vegetais em áreas urbanas da Mata Atlântica, destas sendo 67 nativas e 36 exóticas (Figura 2). Das 78 espécies de aves, 35 são onívoras, 23 frugívoras, 15 insetívoras e 5 granívoros (Figura 3).

Tabela 1 – Total de artigos levantados e inclusos no estudo, com a citação dos autores e locais onde foram realizados

Local de estudo	Estudos levantados
Alfenas, MG	RABELLO, RAMOS & HASUI (2010)
Belo Horizonte, MG	HORTA ET. AL (2018)
Caratinga, MG	PEREIRA, CAZASSA & SILVA (2012)
Cascavel, PR	ALMEIDA & CÂNDIDO-JÚNIOR (2017)
Florianópolis, SC	CAMPOS, STEINER & ZILLIKENS (2012)
Frederico Westphalen, RS	JACOMASSA (2014)
Guarapuava, PR	VOGEL, ZAWADZKI & METRI (2011)
Ilha Solteira, SP	SILVA (2015)
Luz, MG	GONÇALVES, & VITORINO (2014).
Parque Estadual Dois Irmãos, PE	SILVA, LEITE & CASTRO (2013)
Parque Metropolitano de Pituáçu (PMP) - Salvador, BA	ANDRADE, MOTTA & CARVALHO (2013)
Passos, MG	SANTOS; FRANCHIN & NUNES (2017)
Praia do Cassino, RS	D'AVILA ET. AL (2010)
Resende, RJ	NASCIMENTO (2010)
Rio Claro, SP	ATHIÊ & DIAS (2012)
São Paulo, SP	BIAGOLINI & LOURENÇO (2018)
Sorocaba, SP	RODRIGUES (2010)
Uberlândia, MG	MARQUES ET. AL (2018)
Uberlândia, MG	OLIVEIRA, FRANCHIN & MARÇAL JÚNIOR (2013)

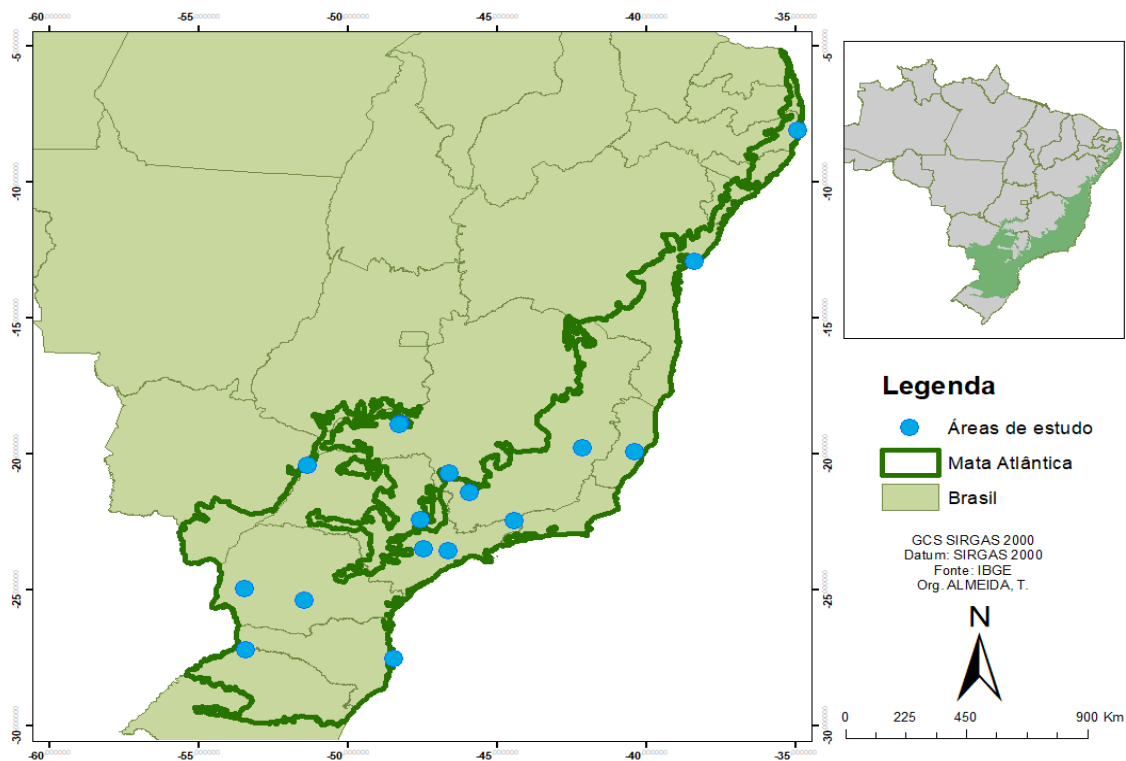


Figura 1 – Mapa com a localização geográfica dos estudos analisados, os círculos azuis representam as áreas de estudo e os limites geográficos do bioma de verde escuro, contornando o bioma

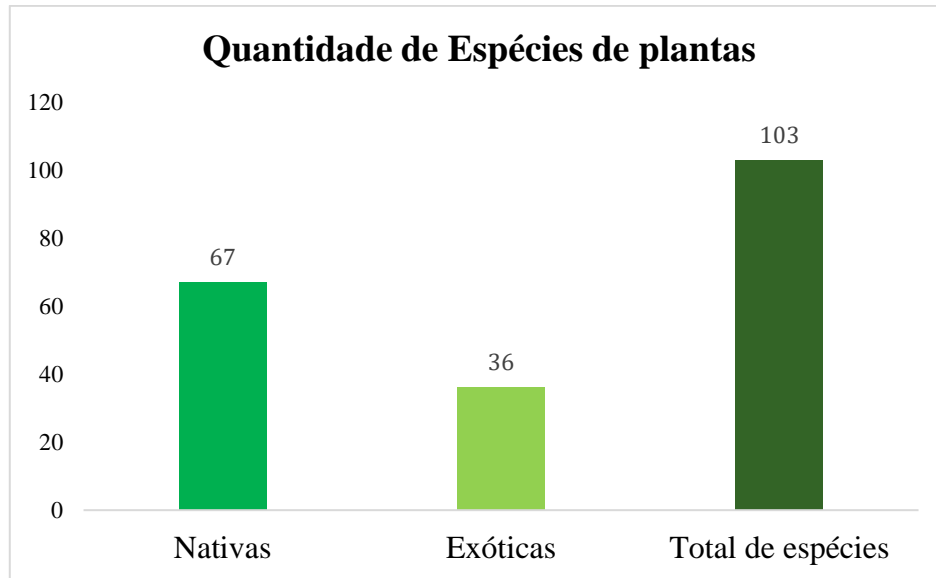


Figura 2 – Número total de espécies de plantas levantadas que interagiram com as aves, incluindo o total de espécies nativas e exóticas, além do total de espécies para comparação.

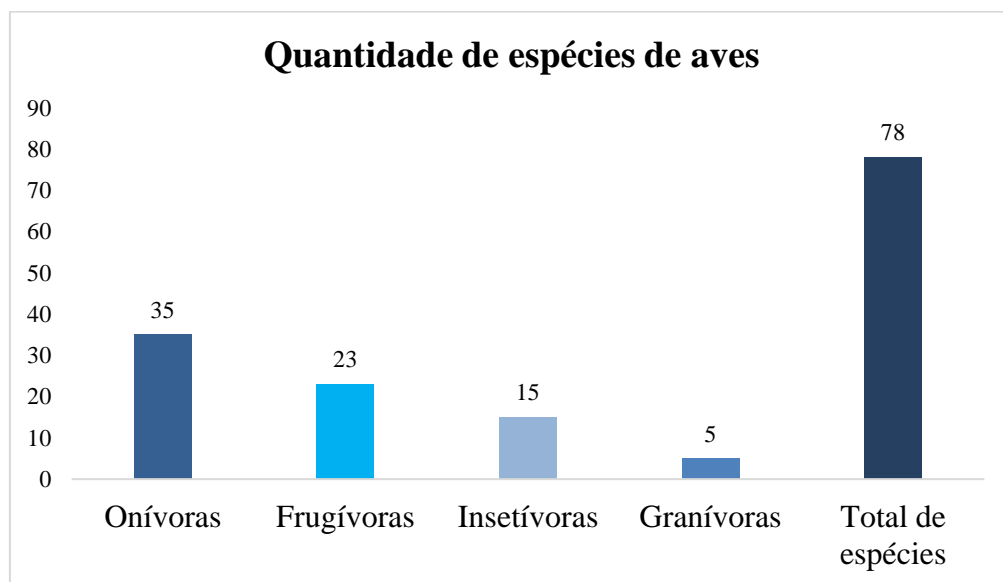


Figura 3 – Número total de espécies de aves levantadas que interagiram com as plantas, incluindo o total de espécies onívoras, frugívoras, insetívoras e granívoras, além do total de espécies para comparação.

A rede de interações entre as espécies consumidoras de frutos e plantas dessas áreas urbanas da Mata Atlântica apresentou um padrão aninhado (NODF = 26, $p=0$). Isso significa que frutos de espécies vegetais especialistas foram consumidas por aves generalistas, enquanto aves especialistas e generalistas consumiram frutos de plantas generalistas (Figura 4). Foram observadas 541 interações qualitativas e a rede apresenta uma baixa conectância (6,65%). A exclusão das espécies exóticas da rede de interações não alterou significativamente sua conectância e nem seu aninhamento (7,29%, NODF = 25, $p=0$).

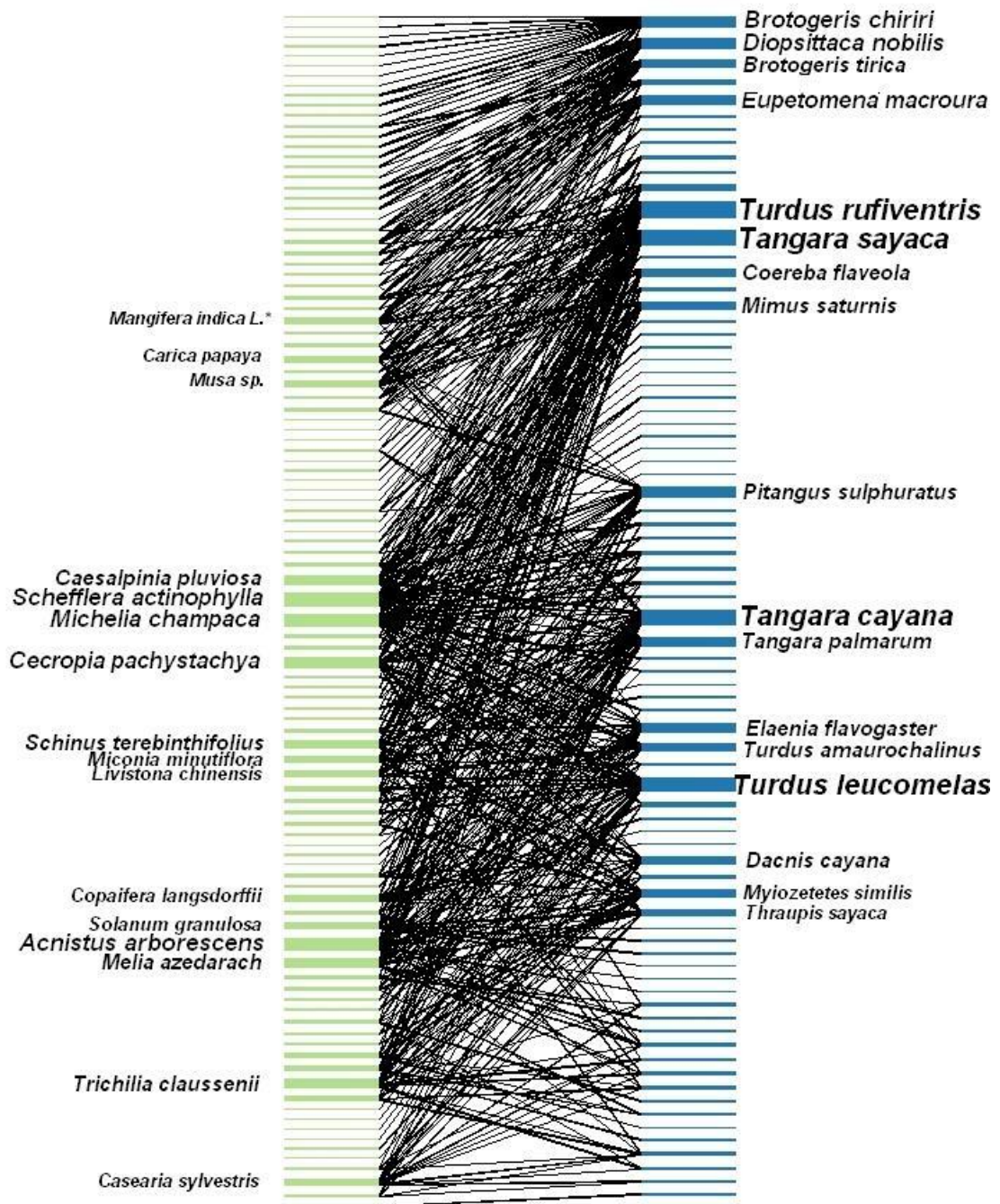


Figura 4 - Representação da rede de interações entre as aves consumidoras de frutos (à direita) e plantas (à esquerda) das áreas urbanas da Mata Atlântica. A espessura das barras representa a quantidade de interação de cada espécie e a espessura das linhas que conectam as barras representa a frequência de interação que uma espécie teve com a outra (em destaque as espécies mais frequentes e com maior força de interação)

As espécies de plantas que tiveram maior número de interações (Figura 5) foram *Schefflera actinophylla* (n=27), *Acnistus arborescens* (n=26), *Cecropia pachystachya* (n=21), *Caesalpinia pluviosa* var. *peltophoroides* (n=20), *Trichilia clausenii* (n=17) e *Melia azedarach* (n=17). Destas espécies, apenas *Cecropia pachystachya* e *Trichilia clausenii* são nativas. Entre as espécies de plantas, 27 (26,21%) delas apresentaram apenas uma interação com as aves.

As espécies de aves que apresentaram maior número de interações (Figura 4) foram *Turdus rufiventris* (n=35), *Tangara sayaca* (n=33), *Tangara cayana* (n=33), *Turdus leucomelas* (n=30), *Pitangus sulphuratus* (n=24) e *Brotogeris chiriri* (n=22). Entre as espécies de aves, 29 (37,17%) delas apresentaram apenas uma interação com as espécies de plantas.

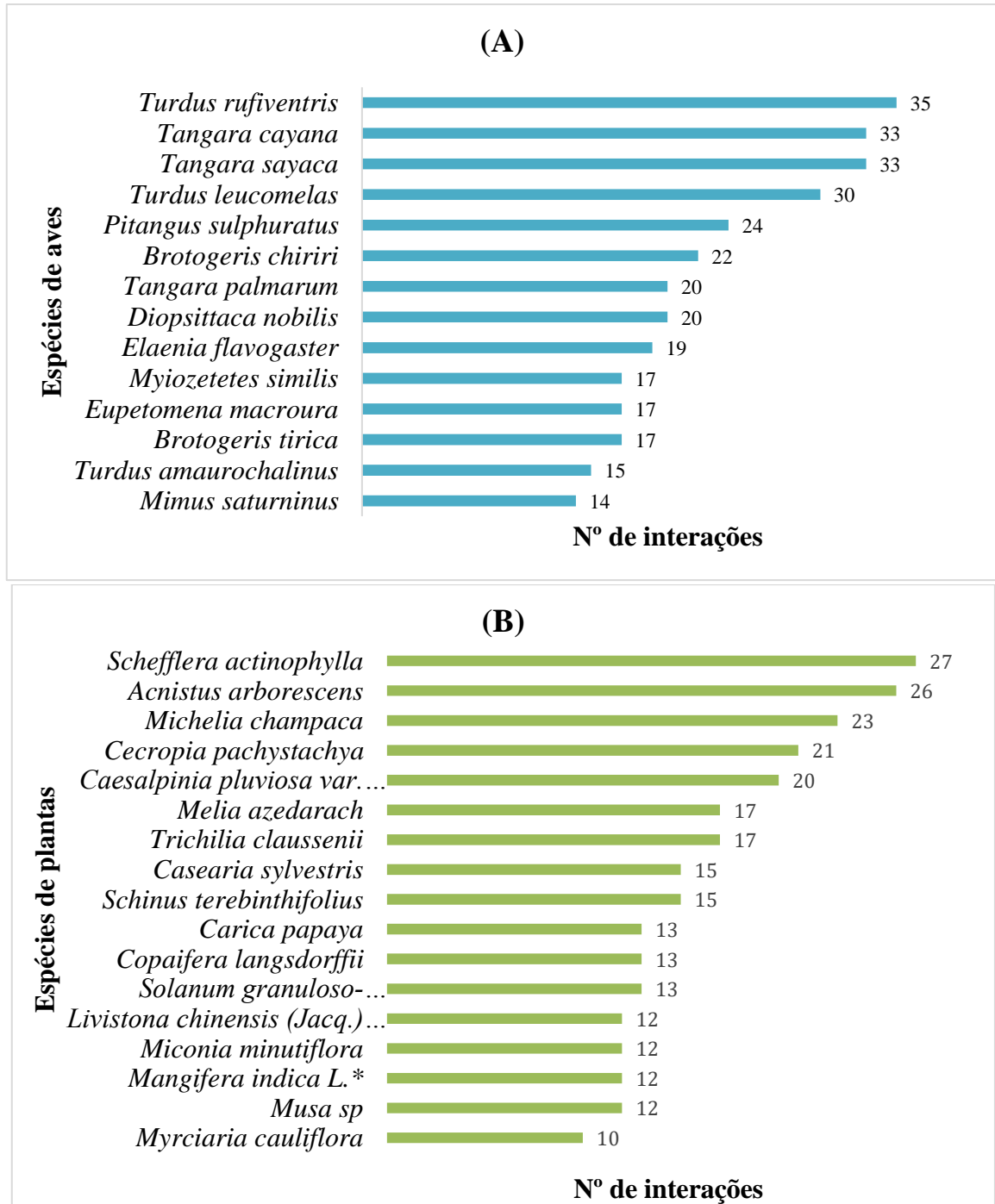


Figura 5 - Espécies com maior número de interações (≥ 10 interações), organizado por (A) aves e (B) plantas de áreas urbanas dentro do perímetro da Mata Atlântica

4. DISCUSSÃO

Apesar de 37,17% das aves levantadas apresentarem interação com apenas uma espécie vegetal, o que pode indicar um comportamento comum em aves especialistas, também foi possível identificar um núcleo de generalistas, que é característico de redes aninhadas. Esse núcleo de aves generalistas apresenta algumas características em comum, sendo elas entre as aves: dieta similar, visto que 71,4% das espécies com maior número de interações são onívoras; com exceção de *Diopsittaca nobilis*, que apresenta uma massa de 150g em média, todas as outras aves entre as com maior número de interações apresentaram no máximo 70g de massa corporal, com uma média de 47,94g (WILMAN et. al, 2014), apresentando um padrão de aves de pequeno porte; todas as espécies de aves apresentam grande distribuição no sudeste do Brasil, e uma distribuição um pouco menor no nordeste, mas em geral, mais da metade das espécies com maior número de interações também são frequentes nessa região e em outras áreas do Brasil, com grande distribuição (LIMA, 2013; ROSSANO & ALMEIDA, 2002). Entre as espécies vegetais com maior interação: todas são angiospermas, mas apresentam poucas espécies entre as famílias de Angiospermas de maior abundância no bioma, sendo elas Fabacea, Myrtacea e Melastomataceae; além disso, existe uma predominância de espécies de plantas que se encontram na forma de árvores, apesar de apresentar algumas arbustivas (ZAPPI et. al, 2015).

A comunidade de aves e plantas analisadas se mostrou minimamente estável e resistente do ponto de vista ao funcionamento de suas interações, visto que a estrutura aninhada das interações é uma propriedade frequentemente associada às redes de interações mutualísticas (BASCOMPTE et al., 2003; BASCOMPTE & JORDANO, 2006). A rede de interações ter apresentado um padrão aninhado, indica uma relação com o fato de áreas urbanas favorecerem espécies com maior tolerância às ações antrópicas e generalistas em relação aos habitats e ao hábito alimentar (MICKINNEY, 2002). Em redes aninhadas, as espécies mais propensas à extinção local são as especialistas, que apresentam um menor número de interações, e essas acabam sendo substituídas pelas espécies generalistas, que apresentam um maior número de interações e que, devido a sua tolerância são as últimas a se extinguirem (FORTUNA & BASCOMPTE, 2006).

A rede construída no presente trabalho possui uma conectância de 6,65%, esse é um valor baixo comparado àqueles observados por outros estudos na Mata Atlântica (Tabela 2), como RODRIGUES (2015) e CASTRO (2011). Entretanto, a conectância aqui observada foi maior do que o registrado em AMATUZZI (2009) que foi de 4,85%, possuindo cerca do dobro de interações que o presente estudo. Ainda que os estudos não sejam de áreas urbanas, uma vez

que o bioma carece de estudos sobre interações nas áreas urbanas, esse fenômeno pode validar informações sobre a métrica dentro do mesmo bioma. Assim, o resultado da conectância pode ser explicado pela amplitude geográfica deste estudo, como pelo número de interações apresentadas (541 interações), sabendo-se que a conectância diminui com o tamanho da rede, o que também diminui a transmissão de distúrbios para a comunidade através das interações realizadas pelas espécies (OLESEN & JORDANO, 2002).

Tabela 2 – Estudos observados na Mata atlântica e a relação entre nº de interações e a conectância das respectivas redes de interações.

Estudos observados	Local de estudo	Nº interações	Conectância
AMATUZZI (2009)	Parque Estadual de Intervalos (PEI) – SP	1126	4,85%
CASTRO (2011)	Remanescentes de floresta ripária - PR	338	9,17%
RODRIGUES (2015)	Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) - SP	225	13%

Existem múltiplas maneiras pelas quais a biodiversidade responde a distúrbios antropogênicos, e se tratando de interações que ocorrem em áreas urbanas com ambientes que podem ser altamente perturbados, é possível que as espécies neste levantamento (principalmente as generalistas) atuem de maneira oportunista, aproveitando os recursos disponíveis à medida que aparecem (OLIVEIRA ET AL, 2015). O predomínio de onívoros neste levantamento é esperado (apresenta 44,87% das espécies de aves), por ser comumente observado em ambientes antropizados, possivelmente relacionado ao fato destas espécies terem a capacidade explorar uma maior variedade de recursos (CAMPOS-SILVA & PIRATELLI, 2020; FRANCHIN, 2009; VILLANUEVA & SILVA, 1996). O consumo de frutos por aves insetívoras é frequentemente observado (PIZZO, 2004) representando aproximadamente 19,23% das espécies levantadas neste estudo. Frutos, ainda que exóticos, podem ser importantes em períodos de baixa abundância de invertebrados e representam uma fonte alternativa de recursos (CORLETT, 2005).

Os frugívoros representam cerca de 29% das aves no estudo (Figura 3), e entre os que aparecem com maior número de interações também são reportados em outros estudos sobre frugivoria em áreas urbanas, indicando que os frugívoros mais generalistas no forrageio e no habitat possuem mais sucesso neste ambiente (FRANCHIN & MARÇAL JÚNIOR, 2004;

MARQUES ET. AL, 2018; TEIXEIRA ET. AL, 2017). Entretanto, apesar de também aparecerem neste estudo, grupos de espécies com comportamento mais especialista como das Famílias Cracidae e Ramphastidae apresentam um número baixo de interações, visto que podem ser prejudicados por espécies exóticas que substituem plantas nativas frutíferas (WILLIAMS & KARL, 1996). Aves frugívoras de médio e grande porte estão entre as primeiras a desaparecer em ambientes alterados, por terem dificuldade em encontrar áreas suficientemente extensas para suprir suas demandas e manter suas populações (PIZO, 2001), indicando que a fragmentação de habitats atua como um filtro na diversidade funcional das interações de frugivoria (EMER et. al, 2018).

A baixa presença de espécies insetívoras no estudo era esperada, visto que o presente estudo trata do consumo de frutos, e estas espécies utilizam os frutos em áreas urbanas apenas como fonte alternativa de forrageio (CORLETT, 2005). O resultado apresentado na Figura 3 levanta algo relevante: as aves com maior número de interações são predominantemente onívoras, com a presença de apenas algumas espécies frugívoras. Esse resultado também é visível em outros estudos que demonstram que as espécies onívoras apresentam maior vantagem nas cidades, visto que possuem mais facilidade com a exploração de uma variedade maior de recursos, mesmo que sejam mais limitados em áreas urbanas (CROCI ET AL., 2008; CONOLE & KIRKPATRICK, 2011; KARK ET AL., 2007; SACCO, 2015; VIGNOLI ET AL., 2013).

Mesmo apresentando 34% de espécies exóticas entre as espécies vegetais levantadas no estudo, menos da metade das espécies com maior número de interações são espécies exóticas, o que indica que houve pouca influência em relação a origem das espécies (Figura 2). Possivelmente porque até mesmo no contexto urbano, a ausência de espécies de aves especialistas em termos de hábito alimentar ou de exploração de determinados recursos de plantas pode ter influenciado na dinâmica observada na rede. Isso reforça o comportamento oportunista de algumas aves nas áreas urbanas, apresentando como possível limitante da predação de frutos as características morfológicas dos frutos, da capacidade morfológica das aves e da disposição e presença dos frutos, considerando a redução da biodiversidade nas áreas urbanas e escassez de recursos (MACGREGOR-FORS & ESCOBAR-IBÁÑEZ, 2017; OLIVEIRA ET AL, 2015).

A substituição de espécies vegetais nativas por espécies exóticas no ambiente urbano é frequente, considerando especialmente as questões paisagistas (ALBERTI, 2005; FISCHER et al., 2012). Essa substituição está entre um dos fatores que contribuem para o impacto da urbanização nas comunidades de aves, gerando uma circunstância que coloca espécies que

naturalmente não interagem e que passam a interagir pela redução e disponibilidade de recursos (CHACE & WALSH, 2006; REICHARD ET. AL, 2001). Por exemplo, para dispersão de sementes, e tal fato pode ser um problema causador da introdução de uma espécie invasora no bioma, potencializando a sua proliferação (HELENO ET. AL, 2013; MARCELINO, 2019).

Mesmo que o uso intensivo de espécies vegetais nativas associadas a espécies exóticas para arborização possa auxiliar no incremento de recursos alimentares às aves que utilizam áreas urbanas em sua rota de alimentação, a utilização dessas espécies exóticas de plantas pode diminuir a riqueza de aves especialistas, por não fornecerem recursos alimentares as aves nativa que possuem traços específicos (SANTOS, 2014). Entretanto, a alteração estrutural causada pela substituição de espécies nativas pelas exóticas pode impactar no equilíbrio ambiental, e um fator indicativo disto é a redução da diversidade vegetal nativa, causada por essa substituição (CAMPOS & RODRIGUES, 2006; MIELKE et. al, 2015). Graças a isso, é necessário que gestores de áreas urbanas considerem a origem das espécies arbóreas e arbustivas em seus planos de arborização, seja por parte dos residentes ou dos órgãos responsáveis pela conservação e manutenção das áreas públicas e privadas (CAMPOS-SILVA & PIRATELLI, 2020; SANTOS, 2014).

Os resultados deste estudo mostram, pelo uso da ferramenta de redes de interações, que um grupo diversificado de aves interage com plantas frutíferas em ambiente urbano da Mata Atlântica. Muitas destas interações envolvem o consumo de frutos de espécies introduzidas de maneira próxima às espécies arbóreas nativas. Também demonstrado com a presença marcante de espécies generalistas e redução das especialistas, que podem ser essenciais pra manutenção da grande biodiversidade local. Assim, compreender o funcionamento de ecossistemas novos como o ambiente urbano é essencial, visto que pode auxiliar no manejo adequado de todas as espécies e principalmente na conservação da diversidade das espécies nativas do bioma (CRUZ ET. AL, 2013).

5. CONCLUSÕES

O consumo de frutos nas áreas urbanas da Mata Atlântica é realizado por um grupo diverso de aves, com predominância de espécies generalistas, apresentando uma rede com a estrutura aninhada que demonstra que as aves consomem de maneira indistinta os frutos de espécies nativas e exóticas. Nas posições mais centrais dessa rede, existem tanto espécies nativas quanto exóticas, não diferindo tanto quanto à composição da avifauna consumidora e à sua posição na rede de interações de frugivoria no ambiente urbano da Mata Atlântica. Assim,

o consumo de frutos por aves nas áreas urbanas do bioma se dá de maneira oportunista principalmente pelas espécies generalistas. Assim, é de extrema importância que novos estudos sobre frugivoria por aves em áreas urbanas sejam encorajados, já que esse tipo de ambiente carece de mais informações que podem melhorar o manejo e conservação das espécies.

6. REFERÊNCIAS

ALBERTI, M. (2005). The Effects of Urban Patterns on Ecosystem Function. **International Regional Science Review**, 28(2), 168–192. <https://doi.org/10.1177/0160017605275160>.

ALMEIDA, A. C., & CÂNDIDO-JÚNIOR, J. F. (2017). A importância de parques urbanos para a conservação de aves. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, 20(4).

ALMEIDA-NETO, M., GUIMARÃES, P., GUIMARÃES, P.R., JR, LOYOLA, R.D. & ULRICH, W. (2008). A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, 117: 1227-1239. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16644.x>.

AMATUZZI, M.C.O. (2009). **Redes de interação entre plantas e 23nformação na Mata Atlântica: estrutura e fragilidade a extinções**. 115 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.

ANDRADE, P.C., MOTA, J.V.L. & DE CARVALHO, A.A.F. (2011). Interações mutualísticas entre aves frugívoras e plantas em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Salvador, BA. **Revista Brasileira de Ornitologia**, 19(1), 63–73.

ATHIÊ, S. & DIAS, M.M. (2012). Frugivoria por aves em um mosaico de floresta estacional semidecidual e reflorestamento misto Em Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 26(1), 84–93. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100010>

BARBOSA, L. M., SHIRASUNA, R. T., LIMA, F. D., & ORTIZ, P. R. T. (2015). Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo. **Simpósio de Restauração Ecológica**, VI, 303-436.

BASCOMPTE, J., JORDANO, P., MELIÁN, C.J., & OLESEN, J.M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 100(16), 9383–9387.

BASCOMPTE, J., JORDANO, P., & OLESEN, J.M. (2006). Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. **Science**, 312(5772), 431-433.

BASCOMPTE, J., & JORDANO, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: The architecture of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 38, 567–593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>

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

BRANDON, K., FONSECA, G. D., RYLANDS, A. B., & SILVA, J. D. (2005). Conservação brasileira: desafios e oportunidades. **Megadiversidade**, 1(1), 7-13.

Butts, C. T. 2020. Package 'SNA.' <http://cran.r-project.org/web/packages/sna/sna.pdf>

CAMPOS, J.B., RODRIGUES, L.S.R. (2006). **Eliminação de Espécies Exóticas nas Unidades de Conservação Estadual do Paraná**. In: CAMPOS, J.B.; TOSSULINO, M.G.P. & MÜLLER, C. R. C. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade. Instituto ambiental do Paraná. p. 120-125.

CAMPOS, R.C., STEINER, J., & ZILLIKENS, A. (2012). Studies on Neotropical Fauna and Environment Bird and mammal frugivores of *Euterpe edulis* at Santa Catarina island monitored by camera traps Bird and mammal frugivores of *Euterpe edulis* at Santa Catarina island monitored by camera traps. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 47(2), 105–110. <https://doi.org/10.1080/01650521.2012.678102>

CAMPOS-SILVA, L.A., PIRATELLI, A.J. (2020) Vegetation structure drives taxonomic diversity and functional traits of birds in urban private native forest fragments. **Urban Ecosystems**. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01045-8>

CARLO, T. A., & YANG, S. (2011). Network models of frugivory and seed dispersal: Challenges and opportunities. **Acta Oecologica**, 37(6), 619–624. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.08.001>

CASTRO, S.L.R. (2011). **Rede de interações aves-plantas arbóreas em fragmentos de floresta ripária na região noroeste do Paraná**. Tese de doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Universidade Estadual de Maringá, Dep. De Biologia.

CHACE, J. F., & WALSH, J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. **Landscape and Urban Planning**, 74(1), 46-69.

CONOLE, L.E., & KIRKPATRICK, J.B. (2011). Functional and spatial differentiation of urban bird assemblages at the landscape scale. **Landscape and Urban Planning**, 100(1-2), 11-23.

CORLETT, R.T. (2005). Interactions between birds, fruit bats and exotic plants in urban Hong Kong, South China. **Urban Ecosystems**, 8(3-4), 275-283.

CROCI, S., BUTET, A., & CLERGEAU, P. (2008). Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. **The Condor**, 110(2), 223-240.

CSARDI, G. (2020) Package igraph. <http://cran.r-project.org/web/packages/igraph/igraph.pdf>.

D'AVILA, G., GOMES-JR, A., CANARY, A.C., & BUGONI, L. (2010). The role of avian frugivores on germination and potential seed dispersal of the Brazilian Pepper *Schinus*

terebinthifolius. **Biota Neotropica**, 10(3), 45–51. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000300004>

DORMANN, C. F., FRUEND, J., GRUBER, B., DORMANN, M. C. F., LAZYDATA, T. R. U. E., & BYTECOMPILE, T. R. U. E. (2020). Package ‘bipartite’. <https://cran.r-project.org/web/packages/bipartite/bipartite.pdf>

EMER, C., GALETTI, M., PIZO, M. A., GUIMARAES JR, P. R., MORAES, S., PIRATELLI, A., & JORDANO, P. (2018). Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes—a metanetwork approach. **Ecology Letters**, 21(4), 484-493.

ESCOBAR-IBÁÑEZ, J.F., & MACGREGOR-FORS, I. (2016). Peeking into the past to plan the future: assessing bird species richness in a neotropical city. **Urban Ecosystems**, 19(2), 657-667.

FISCHER, J. D., CLEETON, S. H., LYONS, T. P., & MILLER, J. R. (2012). Urbanization and the predation paradox: the role of trophic dynamics in structuring vertebrate communities. **Bioscience**, 62(9), 809-818.

FISCHER, J.D., SCHNEIDER, S.C., AHLERS, A.A., & MILLER, J.R. (2015). Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology. **Conservation Biology**, 29(4), 1246-1248.

FORTUNA, M.A., & BASCOMPTE, J. (2006). Habitat loss and the structure of plant–animal mutualistic networks. **Ecology letters**, 9(3), 281-286.

FRANCHIN, A.G., & MARÇAL JÚNIOR, O. (2004). A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). **Biotemas**, 17(1), 179-202.

FRANCHIN, A.G. (2009). **Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. Tese de doutorado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia – MG. 145p

GIACOMINI, H. & PETRERE, M. (2010). A estrutura de teias tróficas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**. 38. 1-33.

GILBERT, O. (1989) **The Ecology of Urban Habitats**. Chapman & Hall. 369p, 1989.

GONÇALVES, G. L., & VITORINO, B. D. (2014). Comportamento alimentar de aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticacea) em um ambiente urbano no município de Luz, Minas Gerais, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, 4(3), 100-105.

GUIMARÃES JR, P.R.; GUIMARÃES, P. (2006) Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling and Software**, v. 21, p. 1512-1513.

HELENO, R.H.; RAMOS, J. A.; MEMMOTT, J. (2013) Integration of exotic seeds into an Azorean seed dispersal network. **Biological Invasions**, v. 15, n. 5, p. 1143-1154.

HORTA, M. B., BHAKTI, T., CORDEIRO, P. F., CARVALHO-RIBEIRO, S. M., FERNANDES, G. W., & GOULART, F. F. (2018). Functional connectivity in urban landscapes promoted by *Ramphastos toco* (Toco Toucan) and its implications for policy making. **Urban Ecosystems**, 21(6), 1097–1111. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0789-z>

IBGE. Mapa de Biomas do Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/26informações/26informações-ambientais/15842-biomas.html?=&t=oque-e>>

IBGE. Sinopse do censo Demográfico 2010. Disponível em: <<https://brasilensintese.ibge.gov.br/26opulação.html>>

JACOMASSA, F. A. F. (2016). Frugivory and seed dispersal of *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae) by birds in deciduous seasonal forest. **Brazilian Journal of Biology**, 76(4), 818–823. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.22114>

JORDANO, P.(1987). Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **The American Naturalist**, 129(5), 657-677.

JORDANO, P. (2001). **Fruits and frugivory**. In ‘Seeds: the ecology of regeneration in plant communities’, ed. M. Fenner. <https://doi.org/10.1079/9780851994321.0125>

KARK, S., IWANIUK, A., SCHALIMTZEK, A. AND BANKER, E. (2007), Living in the city: can anyone become an ‘urban exploiter’?. **Journal of Biogeography**, 34: 638-651. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01638.x>.

LIMA, L. M. (2013). Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação. Tese de mestrado em Ciências, Zoologia. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Doi:10.11606/D.41.2014.tde-17042014-091547.

MARCELINO, P. G. (2019). **O papel das aves na dispersão de sementes da espécie exótica *Schefflera actinophylla* (Apiaceae, Araliaceae): potencial de invasibilidade**. Tese de mestrado Profissional em Conservação da Fauna da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba – SP. 57p.

MARQUES, C. P., AMARAL, D. F. DO, GUERRA, V., FRANCHIN, A. G., & JÚNIOR, O. M. (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>

MARTINELLI, G. et. al (2008). BROMELIACEAE DA MATA ATLÂNTICA BRASILEIRA: LISTA DE ESPÉCIES, DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO. *Rodriguésia*, 59(1), 209-258. <https://dx.doi.org/10.1590/2175-7860200859114>

MCKINNEY, M. L. (2002) Urbanization, biodiversity, and conservation. **Bioscience**, [S.L.], v. 52, n. 10, p. 883-890.

MIELKE, E. C., NEGRELLE, R. R. B., CUQUEL, F. L., & LIMA, W. P. (2015). Espécies exóticas invasoras arbóreas no Parque da Barreirinha em Curitiba: registro e implicações. **Ciência Florestal**, 25(2), 327-336. <https://doi.org/10.5902/1980509818451>.

Nascimento, C. J. (2010). Dados preliminares de o comportamento alimentar de aves em *Cecropia sp.*, área urbana, Resende RJ. **Anais do Simpósio de Pesquisa em Mata Atlântica**, 1, 117-119.

OLESEN, J.M., & JORDANO, P.(2002). Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. **Ecology**, 83(9), 2416-2424..

OLIVEIRA, D. S. F., FRANCHIN, A. G., & MARÇAL JÚNIOR, O. (2013). Disponibilidade De Frutos De *Michelia Champaca L.* (Magnoliaceae) e seu Consumo Por Aves Na Área Urbana De Uberlândia, Mg. **Bioscience Journal**, 29(6), 2053–2065.

OLIVEIRA, D. S. F., FRANCHIN, A. G., & MARÇAL-JÚNIOR, O. (2015). Rede de interações ave-planta: um estudo sobre frugivoria em áreas urbanas do Brasil. **Biotemas**, 28(4), 83-97.

PIRATELLI A.J., FRANCHIN A.G., MARÍN-GÓMEZ O.H. (2017). **Urban Conservation: Toward Bird-Friendly Cities in Latin America**. In: MacGregor-Fors I., Escobar-Ibáñez J. (eds) *Avian Ecology in Latin American Cityscapes*. Springer.

PIZO, M. A. (1997) Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, p. 559-578.

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. p. 49-59.

PIZO, M. A. (2004). Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. **Ornitologia Neotropical** , v. 15, p. 117-126.

PIZO, M. A.; GALETTI, M. (2010) **Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves**. In: ACCORDI, I.; STRAUBE, F. C.; VON MATTER, S. (Org.). Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Technical Books. p. 493-504.

PEREIRA, A., CAZASSA, R. S., & DA SILVA, E. T. (2016). Interações entre Aves Frugívoras e *Acnistus Arborescens* (L.)(Solanaceae), no Centro de Estudos em Biologia (CEB), em Caratinga, Minas Gerais. **Revista de Ciências**, 7(1).

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. URL: <https://www.R-project.org/>.

RABELLO, A., RAMOS, F. N., & HASUI, E. (2010). Effect of fragment size on *Copaifera langsdorffii* seeds dispersal. **Biota Neotropica**, 10(1), 47–54. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032010000100004>

RABELO, F. R. C., RODAL, M. J. N., E SILVA, A. C. B. L., & DE LIMA, A. L. A. (2015). Dinâmica da vegetação em um fragmento de mata atlântica no nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, 25(1), 23–36.

REICHARD, S.; CHALKER-SCOTT, H.L.; BUCHANAN, S. (2001) **Interactions among non-native plants and birds**. In: MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. (Ed.). Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 179-223.

RIBEIRO, L. B., & SILVA, M. G. (2005). Comportamento alimentar das aves *Pitangus sulphuratus*, *Coereba flaveola* e *Thraupis sayaca* em palmeiras frutificadas em área urbana. **Revista de Etologia**, 7(1), 39–42.

RODRIGUES, S. B. M. (2010). Frugivoria por aves em *Zanthoxylum chiloperone* (Rutaceae) numa área urbana do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**. ISSN 1983-7682, 3(4), 35-55.

RODRIGUES, S. B. M. (2015) **Redes de interações entre aves frugívoras e plantas em uma área de Mata Atlântica no sudeste do Brasil**. Tese de mestrado em Diversidade Biológica e Conservação da Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba – SP. 75p.

ROSSANO, F. D., & DE ALMEIDA, A. F. (2002). Avifauna em fragmentos da Mata Atlântica. **Ciência Rural**, 32(6), 989-996.

SACCO, A.G., RUI, A.M., BERGMANN, F.B., MÜLLER, S.C., & HARTZ, S.M. (2015). Perda de diversidade taxonômica e funcional de aves em área urbana no sul do Brasil. Iheringia. **Série Zoologia**, 105(3), 276-287. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-476620151053276287>

SANTOS, A.A. (2014). Ocorrência de espécies arbóreas em áreas urbanas e suburbanas de Três Lagoas, MS. **Revista Monografias Ambientais**, 13(5), 3926-3932.

SANTOS, R. G., FRANCHIN, A. G., & NUNE, J. F. (2017). Frugivoria por aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) em uma área verde urbana de Passos – MG. **Biodiversidade**, 16(3), 16–26.

SCHAFFER, W., & CAMPANILI, M. (2010). Mata Atlântica: patrimônio nacional dos Brasileiros. *Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente (ED). Brasil*, 1-408.

SILVA, P. A. (2015). Mutualism risky in the suburban area: fruits of exotic tree *Schefflera actinophylla* (Endil.) Harms (Araliaceae) benefit native birds that potentially disperse their seeds. **Ambiência**, 11(2), 423–441. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.02.11>

SOUZA at. al. (2020) Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735

TEIXEIRA, C. P., LEAL-MARQUES, R., NUNES, C. H., & MARTINS-OLIVEIRA, L. (2017) Comportamento alimentar de *Brotogeris chiriri* em *Mauritia flexuosa* em Uberlândia–MG. **Atualidades Ornitológicas**, 196.

VIGNOLI, L., SCIRÈ, S., & BOLOGNA, M. A. (2013). Rural–urban gradient and land use in a millenary metropolis: how urbanization affects avian functional groups and the role of old villas in bird assemblage patterning. **Web Ecology**, 13(1), 49-67.

VILLANUEVA, R.E.V.; SILVA, M. (1996) Organização trófica da avifauna do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC. **Biotemas**, v. 9, n. 2, p. 57-69.

VOGEL, H. F., ZAWADZKI, C. H., & METRI, R. (2011). Coexistência entre *Turdus leucomelas* Vieillot, 1818 e *Turdus rufiventris* Vieillot, 1818 (Aves: Passeriformes) em um fragmento urbano de floresta com Araucárias, Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, 11(3), 35–45. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000300002>

WILLIAMS, P. A., & KARL, B. J. (1996). Fleshy fruits of indigenous and adventive plants in the diet of birds in forest remnants, Nelson, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, 127-145.

WILMAN, H., BELMAKER, J., SIMPSON, J., DE LA ROSA, C., RIVADENEIRA, M. M., & JETZ, W. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals: Ecological Archives E095-178. **Ecology**, 95(7), 2027-2027.

7. APÊNDICES

Apêndice A - link para a matriz utilizada para a construção da rede de interação.

https://drive.google.com/file/d/1Ft8Krw17XVZ_TnPPeYCxk1fgPGR30XPH/view?usp=sharing

8. ANEXOS

Anexo 1 - Espécies de aves avaliadas quanto ao consumo de frutos em ambiente urbano da Mata Atlântica, Brasil, considerando estudos selecionados na compilação do banco de dados. Fru = Frugívoro; Oni = Onívoro; Ins = Insetívoro; Gra = Granívoro (WILMAN et. al, 2014)

Espécies de aves	Dieta
Cracidae	
<i>Ortalis guttata</i>	Fru
Picidae	
<i>Colaptes melanochloros</i>	Ins
<i>Veniliornis passerinus</i>	Ins
Ramphastidae	
<i>Ramphastos toco</i>	Fru
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Fru
Cuculidae	
<i>Guira-guira</i>	Ins
Psittacidae	
<i>Brotogeris chiriri</i>	Fru
<i>Brotogeris tirica</i>	Fru
<i>Diopsittaca nobilis</i>	Oni
<i>Eupsittula aurea</i>	Fru
<i>Forpus xanthopterygus</i>	Fru

<i>Pionus maximiliani</i>	Gra
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Fru
Trochilidae	
<i>Eupetomena macroura</i>	Fru
Columbidae	
<i>Columbia livia</i>	Oni
<i>Columbina talpacoti</i>	Gra
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Fru
<i>Patagioenas picazuro</i>	Fru
Tyrannidae	
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Oni
<i>Elaenia flavogaster</i>	Oni
<i>Elaenia spectabilis</i>	Oni
<i>Empidonomus varius</i>	Oni
<i>Fluvicola nengeta</i>	Ins
<i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i>	Fru
<i>Machetornis rixosa</i>	Ins
<i>Megarynchus pitangua</i>	Oni
<i>Myiozetetes similis</i>	Oni

<i>Myiarchus ferox</i>	Ins
<i>Myiarchus swainsoni</i>	Ins
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Oni
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Oni
<i>Satrapa icterophrys</i>	Ins
<i>Serpophaga subcristata</i>	Ins
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Ins
<i>Tyrannus albogularis</i>	Ins
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Ins
<i>Tyrannus savana</i>	Ins
Vireonidae	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Ins
<i>Vireo olivaceus</i>	Oni
Corvidae	
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Oni
Turdidae	
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Oni
<i>Turdus leucomelas</i>	Oni
<i>Turdus rufiventris</i>	Oni

Mimidae

Mimus saturninus Oni

Icteridae

Icterus jamacaii Oni

Icterus pyrrhopterus Oni

Molothrus bonariensis Ins

Thraupidae

Chlorophanes spiza Fru

Coereba flaveola Fru

Conirostrum speciosum Oni

Cyanerpes cyaneus Fru

Dacnis cayana Oni

Euphonia chlorotica Fru

Hemithraupis guira Oni

Nemosia pileata Fru

Pipraeidea bonariensis Fru

Pipraeidea melanonota Oni

Ramphocelus carbo Oni

Ramphocelus bresillius Oni

<i>Saltator similis</i>	Oni
<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	Oni
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Oni
<i>Tangara cayana</i>	Fru
<i>Tangara palmarum</i>	Oni
<i>Tangara preciosa</i>	Oni
<i>Tangara sayaca</i>	Oni
<i>Tangara seledon</i>	Fru
<i>Tersina viridis</i>	Oni
<i>Thlypopsis sordida</i>	Oni
<i>Thraupis bonariensis</i>	Fru
<i>Thraupis cyanoptera</i>	Fru
<i>Thraupis palmarum</i>	Fru
<i>Thraupis sayaca</i>	Oni
Cardinalidae	
<i>Saltator maximus</i>	Oni
Passeridae	
<i>Passer domesticus</i>	Oni
Emberizidae	

<i>Sporophila caerulescens</i>	Gra
<i>Sporophila lineola</i>	Gra
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gra

Anexo 2 - Espécies vegetais avaliadas quanto à frugivoria por aves em ambiente urbano da Mata Atlântica, Brasil, considerando estudos selecionados na compilação do banco de dados. E = Exótica; N = Nativa. (BARBOSA et. al, 2015; MARTINELLI et. al, 2008).

Espécies vegetais	Origem
Adoxaceae	
<i>Sambucus nigra L.</i>	E
Anacardiaceae	
<i>Anacardium occidentale</i>	N
<i>Astronium urundeuva (Allemão) Engl</i>	N
<i>Tapirira guianensis</i>	N
<i>Mangifera indica L.*</i>	E
<i>Schinus terebinthifolius</i>	N
Araceae	
<i>Monstera deliciosa</i>	E
Araliaceae	
<i>Schefflera actinophylla</i>	E

<i>Schefflera morototoni</i>	N
Araucariaceae	
<i>Araucaria angustifolia</i>	N
Arecaceae	
<i>Dyopsis lutescens</i>	E
<i>Elaeis guineensis</i>	E
<i>Euterpe edulis</i>	N
<i>Livistonia sp.</i>	E
<i>Livistona chinensis (Jacq.) R. Bc. Ex Mart</i>	E
<i>Phoenix canariensis Chabaud*</i>	E
<i>Royostenia oleracea</i>	E
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	N
Aquifoliaceae	
<i>Ilex paraguariensis</i>	N
Berberidaceae	
<i>Berberis laurina</i>	N
Bignoniaceae	
<i>Handroanthus spp.</i>	N
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	N

<i>Spathodea campanulata</i>	E
Bombacaceae	
<i>Chorisia speciosa</i>	N
Cactaceae	
<i>Cereus jamacaru</i>	N
Caricaceae	
<i>Carica papaya</i>	E
Celastraceae	
<i>Maytenus distichophylla</i>	E
<i>Maytenus ilicifolia</i>	N
Chrysobalanaceae	
<i>Hirtella ciliata</i>	N
<i>Licania tomentosa</i>	N
Combretaceae	
<i>Terminalia catappa L.*</i>	E
Dilleniaceae	
<i>Curatella americana</i>	N
Ebenaceae	
<i>Dispyros kaki</i>	E

Euphorbiaceae

Sapium glandulatum N

Fabaceae

Caesalpinia pluviosa var. *peltophoroides* N

Copaifera langsdorffii N

Erythrina speciosa N

Inga edulis N

Inga laurina N

Inga uruguensis N

Peltophorum dubium N

Lamiaceae

Tectona grandis L. f E

Lauraceae

Nectandra megapotamica N

Nectandra rigida N

Ocotea pulchella N

Persea americana E

Magnoliaceae

Magnolia grandiflora L. E

Michelia champaca E

Meliaceae

Melia azedarach E

Trichilia claussenii N

Malpighiaceae

Byrsonima sericea N

Malvaceae

Pachira aquatica E

Melastomataceae

Clidemia hirta N

Miconia albicans N

Miconia cabussu Hoehne N

Miconia ciliata N

Miconia cinerascens N

Miconia minutiflora N

Miconia prasina N

Moraceae

Ficus calyptroceras N

Ficus citrifolia E

<i>Ficus sp.</i>	E
<i>Morus nigra L.</i>	E
Musaceae	
<i>Musa sp</i>	E
Muntingiaceae	
<i>Muntingia calabura L</i>	E
Myrsinaceae	
<i>Rapanea ferruginea (Myrcine)</i>	N
Myrtaceae	
<i>Blepharocalyx salicifolius (Kunth)</i>	N
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	N
<i>Eugenia aquea</i>	E
<i>Eugenia cyclophylla</i>	N
<i>Eugenia brasiliensis</i>	N
<i>Eugenia jambolana</i>	E
<i>Eugenia tomentosa</i>	N
<i>Eugenia uniflora</i>	N
<i>Myrcia guianensis</i>	N
<i>Myrciaria cauliflora</i>	N

<i>Psidium cattleianum</i>	N
<i>Psidium Guajava</i>	N
<i>Psidium longipetiolatum</i>	N
<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	E
Nyctaginaceae	
<i>Guapira opposita</i>	N
Oleaceae	
<i>Ligustrum lucidum</i>	E
Peraceae	
<i>Pera glabrata</i>	N
Polygonaceae	
<i>Triplaris americana L.</i>	N
Primulaceae	
<i>Myrsine gardneriana</i>	N
Punicaceae	
<i>Punica granatum</i>	E
Rhamnaceae	
<i>Rhammus purshiana</i>	E
Rosaceae	

<i>Cotoneaster franchetii</i>	E
<i>Trema micrantha</i>	N
Rubiaceae	
<i>Coffea sp.</i>	E
Rutaceae	
<i>Citrus reticulata</i>	E
<i>Citrus sinensis</i>	E
<i>Zanthoxylum chiloperone</i>	N
Salicaceae	
<i>Casearia decandra</i>	N
<i>Casearia sylvestris</i>	N
Sapindaceae	
<i>Allophylus edulis</i>	N
<i>Cupania emarginata</i>	N
<i>Cupania vernalis</i>	N
<i>Paullinia micrantha</i>	N
Solanaceae	
<i>Acnistus arborescens</i>	N
<i>Solanum granuloso-leprosum Dunal</i>	N

<i>Solanum paniculatum</i>	N
----------------------------	---

Urticaceae

<i>Cecropia pachystachya</i>	N
------------------------------	---