

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL DE OLIVEIRA

**INTERAÇÕES ENTRE AVES NECTARÍVORAS E CEREJEIRAS (*Prunus subg. Cerasus* L.) EM AMBIENTE URBANO**



CURITIBA

2018

RAFAEL DE OLIVEIRA

INTERAÇÕES ENTRE AVES NECTARÍVORAS E CEREJEIRAS (*Prunus subg. Cerasus*  
L.) EM AMBIENTE URBANO

Monografia apresentada à disciplina BIO028 Estágio supervisionado em Biologia como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas, departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr. Isabela Galarda Varassin  
Co-orientador: MSc. Israel Schneiberg de Castro Lima

CURITIBA

2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Isabela G. Varassin, por aceitar me orientar, pela confiança e todo ajuda durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Israel Schneiberg, por todo auxílio, paciência, ida aos campos, discussão de ideias e principalmente pela sugestão deste projeto.

Às professoras Lilian Manica e Márcia Rocca por aceitarem o convite em compor a banca.

À coordenação do curso de ciências biológicas, Prof. Claudia, Prof. Edson, Leandro e Rô (no início do curso) pela disposição em resolver os problemas acadêmicos.

A todos os professores do curso de ciências biológicas, pelo ensino. Principalmente à Marcia Marques, Vanessa Kava, Valéria Sperandio, Ana Claudia, Emygdio, Rosana, Karla, Patricia Pereira, Luciane, Carina, Renato, Paulinho, Sionara, André Padial, Maurício Free, Feitosa, Mirna e Eduardo Carneiro.

Ao Professor Eduardo Vedor e toda galera da GB130 por proporcionar a melhor disciplina e melhor campo que pude realizar durante o curso.

A todos os funcionários que mantêm o funcionamento da universidade.

Ao Ricardo Cerboncini (Guto), Luiz Varzinczak, Camila Lima, Prof. Valeria Muschner e Prof. Fernando Passos por me auxiliarem nos primeiros passos da carreira acadêmica.

Aos queridos LINTERes e LEVados, Thais Zanata, Tiaguinho, Tiagão, Vane, Tami, Fefe, Elivane, Analí, Andrea, Carolzinha, Pauleska, Fares, Gabriel, Luisa, Luciele, Dani, Ana Paula Luciana, Julio.

Aos meus amigos e colegas da biologia pelos cinco anos de companheirismo, especialmente a Mari, Lucas, Carol, Jaque, Re, MC, Fer, Rebekah, Emily, Lu.

À UFPR pelo ensino público e de qualidade.

A todos àqueles que por algum motivo esqueci de citar, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a finalização do curso.

À minha família, por todo apoio e suporte.

A Deus, pelas forças concedidas nos últimos meses.

## RESUMO

A urbanização é um processo que afeta negativamente a biodiversidade. Como é estabelecido um filtro abiótico, apenas algumas espécies tem atributos que as permitem ocorrer nos locais com menores proporções de florestas, sendo o padrão comumente encontrado a diminuição da diversidade de espécies e aumento na abundância. Espécies de plantas exóticas nesse ambiente podem exercer um papel importante, uma vez que podem atuar como mantenedores da diversidade de animais que dependem de recursos florais. A estrutura deste tipo de interação pode estar associado com as características da paisagem. A partir disto, o objetivo deste trabalho foi verificar como está estruturada a rede de interação entre espécies de aves e cerejeiras em ambiente urbano. Para tanto, foram realizadas observações focais em onze localidades na cidade de Curitiba, cada local com diferente nível de urbanização. Construímos uma matriz de interação e a particionamos em uma matriz de mutualismo e uma matriz de predação, então utilizamos o valor de modularidade para verificar os subgrupos de espécies que interagiram com maior frequência em diferentes localidades, o índice de especialização ao nível de rede como medida de comparação entre as três redes encontradas. As propriedades do vértice utilizadas foram a centralidade por grau e índice de especialização ( $d'$ ) para verificar a exclusividade das espécies que interagem com cada cerejeira. Além disso, essas propriedades foram relacionadas com as métricas da paisagem que foram a proporção de floresta, número de fragmentos, proporção de vegetação, proporção de urbanização e isolamento, calculadas em múltiplas escalas. Verificamos que a modularidade foi significativa, indicando que a ocorrência das espécies não é estocástica e a especialização ao nível de rede foi menor na rede não particionada (recursos) evidenciando uma redundância no uso de recurso. Além disso, o número de interações estabelecidas em cada vértice (cerejeiras) não diferem entre si, mas a exclusividade das interações sim, uma vez que a proporção de floresta facilita o forrageio entre os indivíduos e o número de fragmentos facilita a movimentação, para a predação e mutualismo, respectivamente.

**Palavras-chave:** Mutualismo; Nectarivoria; Predação; Urbanização.

## ABSTRACT

The urbanization is a process which affects negatively the biodiversity. In that process, an abiotic filter is established, only few species present traits that allow them to occur in the places with less forest proportion, being the pattern commonly found a decrease of richness and increase in the density of species. Alien plant species in this environment can perform an important role, once they can act as maintainers of the animal diversity which depend on floral resources. The structure of this kind of interaction can be associated with landscape characteristics. By this way, the aim of this study was to verify how is structured the interaction network between bird species and plant individuals in the urban environment. For that, were realized focal observations in eleven localities of Curitiba city, each local with different levels of urbanization. We constructed an interaction matrix and separate in a mutualistic matrix and in a predation matrix, so we used the modularity value to verify the species subsets interacted with higher frequencies in different localities, the specialization index at the network level was a comparison measure between the three networks. The vertex used properties was the degree centrality and specialization index ( $d'$ ) to verify the exclusivity of species which interacted in each cherry tree. Moreover, these properties were related to the landscape metrics that was the forest proportion, number of fragments, vegetation proportion, urbanization proportion and isolation, calculated in multiple scales. We verify that the modularity was significant, indicating the species occurrence is not stochastic and the specialization at network level was lower in the non-separated network (resources) indicating redundancy in the resources use. Moreover, the interaction number in each vertex (cherry trees) did not differ between them, but the interaction exclusivity yes, once the forest proportion makes the forage easy among the individuals and the fragment numbers make the movement easy, for the predation and mutualism, respectively.

**Key-words:** Mutualism; Nectarivory; Predation; Urbanization.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Hipóteses relacionadas ao efeito da urbanização sobre a estrutura da rede de interação entre cerejeiras e aves nectarívoras..... 12
- FIGURA 2** - Mapa do local de estudo referenciado em coordenadas decimais, onde: A) Mapa da cidade de Curitiba- PR com os respectivos pontos de coleta: RN - RPPN Airumã, TG - Parque Tanguá, SL - Parque São Lourenço, PB - Parque Barreirinha, BC - Bairro Bacacheri, MO - Museu do Olho, PJ - Praça do Japão, RP - Rua Pasteur, JB - Jardim Botânico, JA - Jardim das Américas e CJ - Bairro Cajuru; B) Mapa do estado do Paraná indicando a cidade de Curitiba; C) Mapa do Brasil Indicando o estado do Paraná. .... 13
- FIGURA 3** – Representação esquemática de módulos em uma matriz de frequência de interações ..... 15
- FIGURA 4** - Representação gráfica da Modularidade, onde A é a representação da rede de uso de recursos, B rede de mutualismo e C a rede de predação. A tabela mostra a proporção de urbanização em um *buffer* de 2 Km em cada ponto amostral. O contorno vermelho demonstra a formação de módulos entre espécies de aves e locais de cerejeiras onde ocorrem, a variação da coloração azul está relacionada com a frequência de interação entre os dois grupos estudados, quanto mais escuro o tom de azul maior a frequência de interação.....20
- FIGURA 5** - Representação gráfica das redes bipartidas, onde em vermelho estão representados os locais/indivíduos onde foram observadas as cerejeiras e em verde, azul e amarelo as espécies de aves, para mutualismo, recurso e predação, respectivamente .....21
- FIGURA 6** – Relações lineares entre as variáveis. Gráficos entre variáveis preditoras (eixo x e z) e variáveis resposta (eixo y – índice de especialização  $d'$ ), que exibiram  $\Delta AICc < 2$  . As variáveis preditoras para rede de uso de recursos corresponde A) Proporção de floresta em escala de 2 Km e B) Proporção de floresta em escala de 2 Km combinada com Isolamento em escala de 1 Km. Para a rede de mutualismo C) Número de fragmentos em 0.5 Km e para Predação D) Proporção de floresta em 2 Km. ....24

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** – Modelos utilizados para seleção de hipóteses concorrentes, onde as variáveis respostas são:  $d'$  o índice de especialização da espécie e ND a centralidade por grau. As variáveis preditoras correspondem à FL proporção de floresta, VG proporção de vegetação, URB proporção de urbanização, ISO isolamento entre fragmentos florestais e NF número de fragmentos florestais..... 18
- TABELA 2** – Relação dos locais (vértices) com a proporção de urbanização (URB) em *buffer* com raio de 2 Km, riqueza de espécies de aves que interagiram e Frequência total de interações..... 19
- TABELA 3** – Valores das métricas calculadas ao nível de rede ..... 21
- TABELA 4** –Valores de  $d'$ , centralidade por grau (ND) e seus respectivos valores de z-scores , para a rede de uso de recursos, mutualismo e predação. Em negrito os maiores valores encontrados e sublinhado os menores. .... 22
- TABELA 5** – Lista dos coeficientes de variação ( $R^2$ ) do teste de correlação entre as métricas da paisagem em diferentes escalas (*Buffer* de 500, 1000 e 2000 metros) com as propriedades do vértice. Em destaque encontram-se os valores em que esse coeficiente foi maior e utilizado para a seleção de modelos. .... 22
- TABELA 6** – Valores da seleção de modelos segundo os critérios de Akaike (AICc), onde K corresponde ao número de parâmetros,  $\Delta AICc$ ,  $\omega AICc$  peso do modelo e Cum.Wt valores acumulados entre os pesos dos modelos. Os números 0.5, 1.0 e 2.0 correspondem à escala do efeito para a respectiva métrica. Os valores em negrito correspondem aos melhores modelos selecionados para explicação do processo biológico ( $\Delta AICc < 2$ ). .... 23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	13
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	13
2.2 OBJETO DE ESTUDO .....	14
2.3 REGISTRO DE INTERAÇÕES .....	14
2.4 PROPRIEDADES DE REDE DE INTERAÇÃO .....	15
2.5 MÉTRICAS DA PAISAGEM.....	16
2.6 ANÁLISE DOS DADOS .....	17
<b>3 RESULTADOS</b> .....	19
3.1 ESTRUTURA DAS REDES .....	20
3.2 RELAÇÃO DA PAISAGEM COM PROPRIEDADES DO VÉRTICE .....	22
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29
<b>APÊNDICES</b> .....	33



## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo nocivo para a diversidade de fauna nativa (MILLER *ET AL.*, 2001). O processo é caracterizado pelo aumento na densidade populacional humana e na intensidade no uso do solo em uma determinada área (MARZLUFF, 2001) e cria um gradiente inversamente proporcional à quantidade de espaços verdes, densidade de árvores e arbustos, áreas as quais normalmente são encontradas em locais suburbanos (MILLER *ET AL.*, 2001). Tais espaços são locais de abrigo e manutenção da biodiversidade local (FERNÁNDEZ-JURICIC *ET AL.*, 2001). A expansão das cidades, construção de estradas e fragmentação de habitat promovem efeitos diretos e indiretos sobre a diversidade nativa de fauna e flora, como a diminuição de recursos florais que são essenciais para aves nectarívoras (LONG, 1997). Além disso, afeta a estrutura de populações e comunidades, uma vez que há redução de diversidade de espécies e aumento da densidade populacional de espécies mais tolerantes (MARZLUFF, 2001).

A urbanização, como processo de conversão de paisagem, leva à fragmentação de áreas naturais. Isso acarreta em redução da proporção de áreas naturais, aumento no número de pequenos fragmentos e isolamento (FAHRIG, 2003). Essas características da paisagem afetam tanto a composição da comunidade como processos ecológicos, que são dependentes da escala espacial (CUSHMAN & MCGARIGAL, 2004).

Outro processo gerado pela aglomeração de áreas urbanas é a introdução de espécies exóticas, algumas com características invasivas, as quais podem competir com espécies nativas por recursos (REICHARD *et al.*, 2001). As plantas introduzidas podem apresentar características atrativas para aves nectarívoras, como flores grandes e bem visíveis e floração em períodos diferentes (REICHARD *et al.*, 2001). Como resultado, essa introdução de plantas pode aumentar populações de nectarívoros que previamente estavam reduzidas devido à fragmentação de habitat e redução de recursos (REICHARD *et al.*, 2001). Em áreas urbanas o alimento suplementar que é fornecido, pode inclusive mudar o padrão de migração de aves durante o inverno em função dessa disponibilidade de recursos (GREIG *et al.*, 2017).

A família Rosaceae compreende plantas lenhosas e arbustivas, sendo a maioria das espécies dioécias e com flores bissexuadas, produtoras de néctar (KALKMAN, 2004). O gênero *Prunus* L. (Amygdaloideae Arn.) reúne várias espécies ornamentais ou frutíferas exóticas (BORTIRI *et al.*, 2001; LEE & WEN, 2001), como as cerejeiras, damasqueiros, ameixeiras e pessegueiros (BORTIRI *et al.*, 2006; DAS *et al.* 2011). *Prunus* apresenta porte arbóreo ou arbustivo, normalmente decíduos, as folhas tipicamente simples com margens

dentadas rasas, os frutos são do tipo drupa e as flores, bissexuais, com cinco pétalas rosa ou branca, variando em seleções ornamentais (KALKMAN, 2004; JUNG *et al.*, 2014). Além disso, no que tange à polinização, as flores funcionam como unidades atrativas, comumente relacionadas a insetos como moscas e abelhas de língua curta (KALKMAN, 2004).

As cerejeiras são classificadas dentro do subgênero *Cerasus* (KATO *et al.*, 2014) e são distribuídas em regiões temperadas no hemisfério norte, principalmente no leste da Ásia (OHTA *et al.*, 2006), essa ampla distribuição faz com que as espécies sejam adaptadas a diversas condições climáticas e de solo (JUNG *et al.*, 2014). Além disso, são plantas bastante usadas para fins ornamentais, ocorrendo, portanto fora de sua distribuição original (KALKMAN, 2004). Essas plantas são populares no Japão, onde há aproximadamente 200 cultivares de flores de cerejeiras, as quais variam no número de pétalas, cor, forma e tamanho da flor (OHTA *et al.*, 2006). Uma das possibilidades da origem desses cultivares é por hibridização de duas ou mais espécies selvagens (KATO *et al.*, 2014).

A introdução das cerejeiras japonesas nas Américas se deu a partir do século XIX e no século seguinte começou a se popularizar em várias cidades (AIELLO, 2012). Na cidade de Curitiba, onde o presente estudo foi conduzido, há duas espécies utilizadas pela prefeitura como ornamentais, *P. serrulata* e *P. campanulata*, as quais são mantidas em plantio de arborização pública viária (CAVAZZANI, 2018)<sup>1</sup>. Como espécies exóticas, as cerejeiras podem afetar a dinâmica populacional de polinizadores, uma vez que sua presença aumenta a quantidade de recursos disponíveis para os agentes polinizadores (BJERKNES *et al.*, 2007). Como as cerejeiras são espécies com floração associada ao inverno (KUITERT & PETERSE, 1999) devem ter um papel importante na manutenção da diversidade da avifauna nectarívora urbana (GREIG *et al.*, 2017).

A Nectarivoria ocorreu de forma convergente em diversas famílias de aves (FLEMING & MUCHHALA, 2008). No novo mundo a família mais especializada é a dos beija-flores (Trochilidae) (ZANATA *ET AL.*, 2017), porém esse hábito nectarívoro também ocorre em algumas espécies de outras famílias como Saí azul (*Dacnis cayana*), Encontro (*Icterus pyrrhopterus*) e Cambacica (*Coereba flaveola*) (CRONK & OJEDA, 2008; NISHIDA *et al.*, 2014; ROCCA & SAZIMA, 2008). As aves nectarívoras podem atuar como ótimas polinizadoras em função, por exemplo, de sua capacidade de voo à longa distância e presença no ambiente quando insetos polinizadores não estão disponíveis, como ocorre no

---

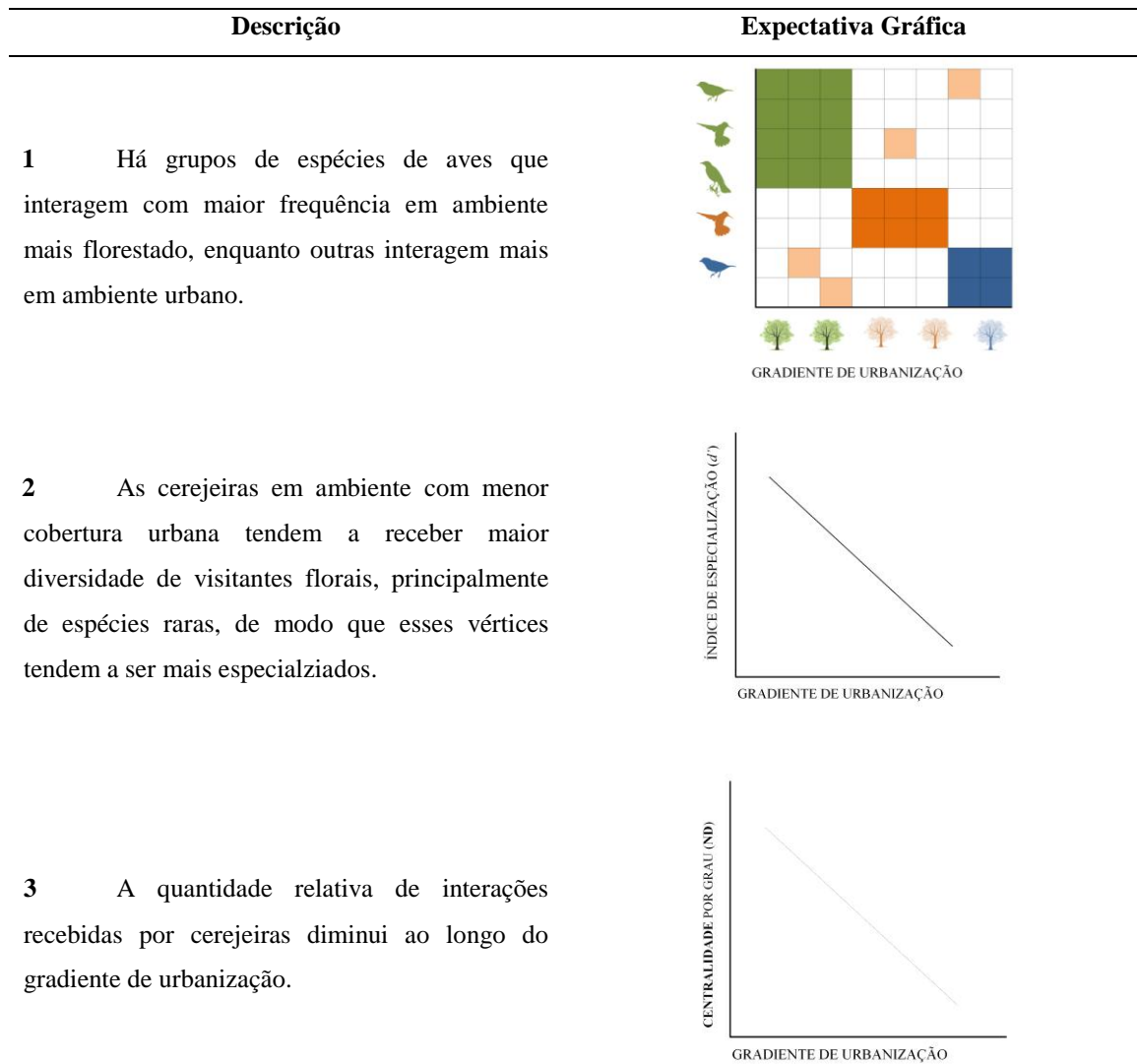
<sup>1</sup> CAVAZZANI, L. F. M (2018). Trabalho de Plantas Exóticas [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <lcavazzani@smma.curitiba.pr.gov.br> 16 abr. 2018.

inverno. Há também relações antagonísticas, uma vez que algumas espécies de aves utilizam o néctar como recurso, sem efetuar a polinização (ROCCA & SAZIMA, 2006).

Uma forma de avaliar a estrutura das relações entre espécies é o uso da abordagem com redes de interações. Uma de suas características é permitir compreender processos que estruturam a comunidade como a extinção e persistência de espécies (BASCOMPTE, 2010). Além disso, é possível relacionar como efeitos antrópicos podem influenciar a interação entre espécies (TYLIANAKIS *et al.*, 2007).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar como o gradiente de urbanização afeta a estrutura da rede de interações entre os indivíduos focais de cerejeiras e comunidades de aves nectarívoras. Especificamente queremos relacionar o efeito da estrutura de paisagem com as propriedades de vértice (cerejeiras) de redes de interação.

Propomos três conjuntos de hipóteses relacionados às interações entre cerejeiras e aves nectarívoras, sendo que a hipótese nula representa a ausência de efeito da urbanização sobre as propriedades de vértice da rede de interação (FIGURA 1).



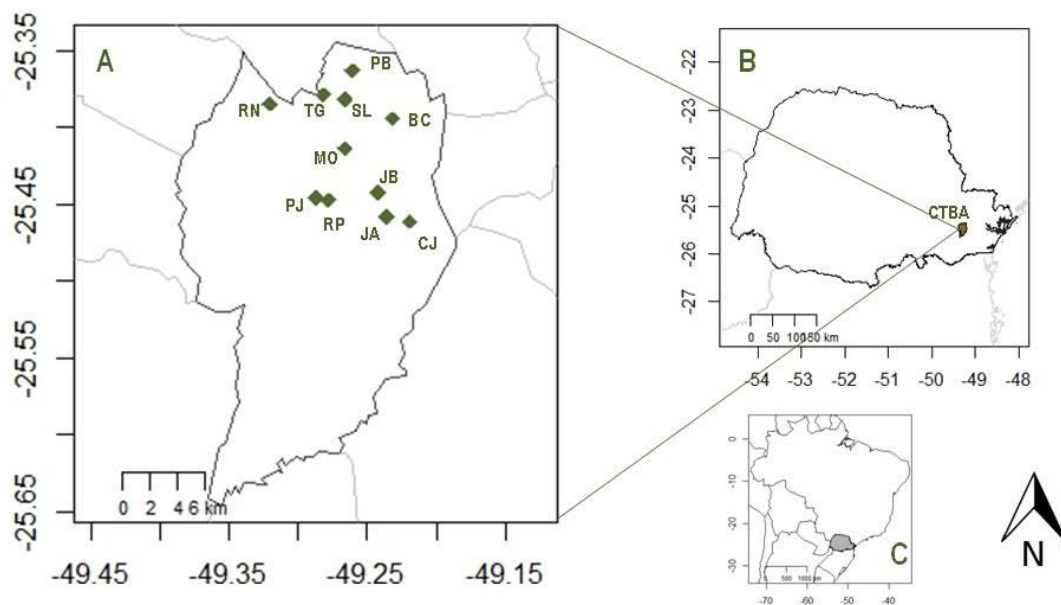
**FIGURA 1** – Hipóteses relacionadas ao efeito da urbanização sobre a estrutura da rede de interação entre cerejeiras e aves nectarívoras.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo ocorreu na cidade de Curitiba, Paraná, Brasil ( $25^{\circ}25'46.84''$  S e  $49^{\circ}16'16.57''$  W), localizada em uma área de floresta ombrófila mista e campos naturais (KOZERA *et al.*, 2006), sendo caracterizada por clima tropical de altitude do tipo Cfa e Cfb segundo a classificação de Köppen (MENDONÇA & DUBREUIL, 2005). A cidade apresenta quase dois milhões de habitantes, possui extensão de pouco mais de 430 mil Km<sup>2</sup>, altitude média de 945 metros e temperatura média de 21°C e 13°C, no verão e inverno, respectivamente. Além disso, possui um alto índice de áreas verdes com 58 m<sup>2</sup> por habitante (PREFEITURA, 2018), e a matriz urbana ocupa 61% do perímetro cidade (SCHNEIBERG, 2017).

Para coleta dos dados foram selecionados onze pontos (i.e. indivíduos de cerejeiras), distribuídos na área norte e leste da cidade (FIGURA 2; ANEXO 1), sendo estes em áreas com diferenças nas proporções de urbanização e de floresta.



**FIGURA 2** - Mapa do local de estudo referenciado em coordenadas decimais, onde: **A)** Mapa da cidade de Curitiba- PR com os respectivos pontos de coleta: **RN** - RPPN Airumã, **TG** - Parque Tanguá, **SL** - Parque São Lourenço, **PB** - Parque Barreirinha, **BC** - Bairro Bacacheri, **MO** - Museu do Olho, **PJ** - Praça do Japão, **RP** - Rua Pasteur, **JB** - Jardim Botânico, **JA** - Jardim das Américas e **CJ** - Bairro Cajuru; **B)** Mapa do estado do Paraná indicando a cidade de Curitiba; **C)** Mapa do Brasil Indicando o estado do Paraná.

## 2.2 OBJETO DE ESTUDO

Quanto às características florais, *Prunus campanulata* apresenta brácteas florais membranáceas, flores reunidas em inflorescências corimbosas de uma a três flores, cálice infundibuliforme, sépalas vermelhas, corola campanulada e pétalas rosa (MAXIMOWITZ, 1883). É uma planta originada de Taiwan, onde ocorre naturalmente em montanhas de altitude de 500 a 2000 metros (KUITERT & PETERSE, 1999). *Prunus serrulata* apresenta coloração branca com transparência, apresentando leve tom de rosa quando aberta. As pétalas são numerosas e dispostas uma em cima da outra com arranjo pentagonal (LINDLEY, 1830). Sua distribuição original era na península da Coreia até o nordeste da China (KUITERT & PETERSE, 1999).

## 2.3 REGISTRO DE INTERAÇÕES

Realizamos observação focal (ALTMAN, 1974) dos indivíduos de cerejeiras em cada ponto amostral, registrando as espécies de aves que interagiram com as plantas para a obter néctar como recurso.

Conduzimos as observações durante o período de floração das cerejeiras, entre os dias 03/07/18 a 13/07/2018, de 8h às 17h. Em cada ponto realizamos 200 minutos de observação, divididas em quatro campanhas de 50 minutos, realizadas ao amanhecer, período vespertino e crepúsculo. Conduzimos as observações em duas pessoas, com auxílio de binóculo 10x50. O esforço amostral foi de 36 horas e 40 minutos.

Elaboramos uma lista de espécies que interagiram com cerejeira, e organizamos o registro em uma matriz quantitativa de interações para análise de redes. Organizamos as interações de modo a obter três diferentes redes de interações 1) a rede de recursos, a partir do registro de todas as aves que utilizaram o néctar da planta foram contabilizadas; 2) rede de interação mutualística<sup>2</sup>, na qual foram consideradas apenas as aves que tocaram os órgãos reprodutivos da flor sem danificá-la no momento de obtenção do néctar; e 3) rede de predação para qual foram consideradas as aves pilhadoras de néctar ou que de alguma forma danificaram a inflorescência no momento de obtenção deste recurso.

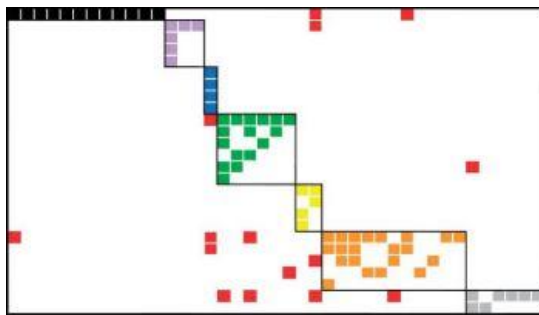
---

<sup>2</sup> No presente estudo, utilizamos mutualismo como conotação ao benefício mútuo entre as espécies, todavia, os taxa não apresentam coevolução, é apenas uma interação oportunística, visto que as cerejeiras (*Prunus L. cerasus*) são espécies exóticas.

## 2.4 PROPRIEDADES DE REDE DE INTERAÇÃO

Para análises de redes ecológicas, utilizamos duas métricas ao nível de rede: modularidade ( $Q$ ) e índice de especialização de rede ( $H_2'$ ) e duas métricas ao nível do vértice: índice de especialização das espécies ( $d'$ ) e centralidade por grau ( $ND$ ). Calculamos as métricas no software R versão 3.5.1 no pacote “Bipartite” (DORMANN, 2018) e aplicadas às três redes: uso de recurso, predação e mutualismo.

Em redes de interação, a modularidade é uma métrica que identifica módulos, os quais são representações de subconjuntos de espécies que interagem mais entre si do que com outros grupos. É quantificada de 0 a 1, quando não apresenta modularidade e modularidade perfeita, respectivamente (OLSEN *et al.*, 2007; FIGURA 3).



**FIGURA 3** – Representação esquemática de módulos em uma matriz de frequência de interações  
Fonte: Olesen et al, 2007

Usamos a função “computeModules” para obter os valores da modularidade ( $Q$ ), dado pela seguinte fórmula:  $Q = \frac{1}{2m} \sum_{ij} (A_{ij} - K_{ij}) \delta(c_i, c_j)$ , onde  $m$  é o valor total de interações observadas em uma dada matriz  $A$ , o módulo em que as espécies  $ij$  se encontram é representado por  $c$ . A função  $\delta$  resulta em 1 quando as espécies  $i$  e  $j$  são do mesmo módulo e 0 se encontradas em módulos diferentes e  $K$  é a matriz esperada, baseada no produto cruzado dos marginais totais de cada espécie no módulo, dividido pela soma do número das interações observadas no dado módulo (DORMANN & STRAUSS, 2014).

Como análise complementar, calculamos o índice de especialização ( $H_2'$ ) comparando as três redes, obtido pela seguinte fórmula:  $H_2' = \frac{H_{2max} - H_2}{H_{2max} - H_{2min}}$ , com variação de 0 a 1, sendo generalista e especialista, respectivamente. Para o cálculo, primeiramente obtém-se os valores da entropia de Shannon em duas dimensões ( $H_2$ ), para cerejeiras e espécies de aves, assim como os valores de máxima especialização  $H_{2min}$  e máxima generalização  $H_{2max}$  (BLUTHGEN, 2006). Com base nessa métrica, é possível avaliar sobreposição de nicho para espécies que utilizam o mesmo recurso (BLUTHGEN, 2010). Obtivemos os valores utilizando a função “H2fun” do pacote “Bipartite” (DORMANN, 2018).

Para avaliar o efeito local da urbanização, utilizamos métricas de vértice, que em nossas análises correspondem aos indivíduos de cerejeiras em cada local interagindo com as espécies de aves. A primeira métrica utilizada foi o índice de especialização  $d'$ , dado pela fórmula:  $d' = \frac{d_{\max} - d}{d_{\max} - d_{\min}}$ , onde  $d'$  significa o valor normalizado da especialização,  $d$  é um valor obtido de forma similar ao índice de Shannon,  $d_{\min}$  e  $d_{\max}$  correspondem aos valores máximos de generalização e especialização, respectivamente (BLUTHGEN, 2006).

A centralidade demonstra a importância relativa de um determinado vértice (i.e. um indivíduo de cerejeira) em relação aos demais, indicando sua posição estrutural na rede. Permite identificar vértices centrais na interação devido ao grande número de interações que faz com outros vértices. Seu valor é dado pelo número de parceiros de um dado vértice e está associado ao grau de generalização destes (BARRAT *et al.*, 2008; NOOY *et al.*, 2005). As medidas de vértice foram calculadas utilizando a função “specieslevel” do pacote “Bipartite” (DORMANN, 2018).

Como análise complementar fizemos comparações com Modelos nulos. Primeiramente, aleatorizamos 1000 matrizes, utilizando o algoritmo de Patifield, o qual mantém os marginais totais e muda os valores de frequência de interação. Para comparar com os modelos nulos obtivemos os valores de  $z$ -score, dado pela seguinte fórmula:  $Z\text{-score} = \frac{\text{obs} - M}{SD}$ , onde  $\text{obs}$  corresponde aos valores das métricas calculadas,  $M$  e  $SD$  correspondem, respectivamente, a média e desvio padrão da métrica analisada aplicada aos modelos nulos. Quando os valores de  $z$ -score  $\geq 1,96$ , indica que o valor observado não é esperado pelo acaso (DORMANN & STRAUSS, 2014). Aplicamos essa análise às métricas de modularidade ( $Q$ ) e centralidade por grau ( $ND$ ).

## 2.5 MÉTRICAS DA PAISAGEM

Utilizamos imagens de satélite Landsat 8 com 30 metros de precisão, utilizando as bandas 2,3 e 4 RGB (*Red*, *Green* e *Blue*), e a partir destas imagens identificamos cinco classes da paisagem: floresta, área urbana, solo exposto e água, as quais serviram de base para construção de um mapa de uso do solo.

Selecionamos as seguintes métricas de paisagem para relacionar com as propriedades da rede de interação: número de fragmentos florestais (NF), proporção de floresta (PF), vegetação (VG), de área urbana (URB) e isolamento (ISO), sendo este a distância média entre fragmentos florestais (MCGARIGAL, 2015). Essas métricas refletem em diferentes processos ecológicos, uma vez que fragmentos atuam como trampolins ecológicos, a proporção de



floresta e vegetação a quantidade de recursos e habitat disponível, a urbanização dificulta a movimentação das aves e o isolamento o custo de movimentação entre os fragmentos. Calculamos estas propriedades no programa Fragstats versão 4 (MCGARIGAL *et al.*, 2012) em *buffers* com raio de 0,5, 1 e 2 km, e avaliamos em múltipla escala, uma vez que em uma única escala os modelos podem não descrever de forma satisfatória as complexas interações entre as espécies e relacioná-las com padrões da paisagem (BOSCOLO & METZINGER, 2009).

## 2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Utilizamos modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição gaussiana e modelos por hipóteses concorrentes para relacionar a estrutura da paisagem com as propriedades de rede de interação, onde as métricas da rede são variáveis resposta e estrutura da paisagem variável preditora. As métricas de redes utilizadas nesta análise foram o índice de especialização e a centralidade por grau das cerejeiras, uma vez que os valores do vértice (locais de cerejeiras) que mudam dependendo da estrutura da paisagem.

Realizamos teste de correlação de Pearson entre as métricas da paisagem nas diferentes escalas. As métricas utilizadas para seleção de modelos (TABELA 1) foram aquelas em que a correlação foi menor que 0,7 (APÊNDICE 4). Além disso, relacionamos as métricas de vértice com as de paisagem por regressões lineares simples, de modo a selecionar qual a melhor escala que explica o efeito da paisagem sobre os valores do vértice.

Para estas análises utilizamos o critério de Akaike corrigido (AICc) para amostras pequenas. Os melhores modelos selecionados foram aqueles com  $\Delta AICc < 2$  e com alto peso de evidência ( $\omega AICc$ ).  $\Delta AIC$  significa a diferença entre o valor de um determinado modelo em relação ao melhor, sendo os valores menores que dois os mais parcimoniosos. Avaliamos também o AICcWt relacionado à probabilidade do modelo ser o melhor e Cum.WT referente aos valores acumulados entre os pesos dos modelos (BURNHAM & ANDERSON, 2002).

**TABELA 1** – Modelos utilizados para seleção de hipóteses concorrentes, onde as variáveis respostas são: *d'* o índice de especialização da espécie e **ND** a centralidade por grau. As variáveis preditoras correspondem à **FL** proporção de floresta, **VG** proporção de vegetação, **URB** proporção de urbanização, **ISO** isolamento entre fragmentos florestais e **NF** número de fragmentos florestais.

---

**Modelos**

(*d'* ou *ND*) ~ FL

(*d'* ou *ND*) ~ VG

(*d'* ou *ND*) ~ URB

(*d'* ou *ND*) ~ ISO

(*d'* ou *ND*) ~ NF

(*d'* ou *ND*) ~ FL + VG

(*d'* ou *ND*) ~ FL + ISO

(*d'* ou *ND*) ~ VG + ISO

(*d'* ou *ND*) ~ ISO + NF

nulo

---

### 3 RESULTADOS

Registramos um total de 835 interações realizadas por 17 espécies de aves nectarívoras, com sete representantes da família Thraupidae, quatro Trochilidae, duas espécies de Icteridae e Psittacidae e uma de Parulidae e Vireonidae (APÊNDICE 1). Dentre as aves que apresentaram maiores frequências de visitas destacam-se *Brotogeris tirica* com 279 interações, *Cacicus haemorrhous* com 168 e *Eupetomena macroura* 122, sendo esta presente em nove pontos amostrais. *Brotogeris tirica* interagiu de forma antagonística (i.e. predando as flores) e as duas últimas, *Cacicus haemorrhous* e *Eupetomena macroura*, polinizaram as plantas. *Tangara preciosa* e *Tangara sayaca* foram as únicas espécies que apresentaram os dois tipos de interação. Observamos *Cornirostrum speciosum*, *Saltator similis* e *Schistochlamys ruficapillus* em apenas uma ocasião, sendo os dois primeiros no Parque Tanguá e o último no Parque São Lourenço.

O Parque São Lourenço foi o local com maior diversidade de interações e visitantes florais (TABELA 2). Nas localidades com menor cobertura urbana (Próximo à RPPN Airumã e Parque Tanguá) registramos espécies exclusivas dessas localidades interagindo com uma frequência baixa, enquanto que em locais com maior cobertura urbana, *B. tirica*, *E. macroura* e *T. sayaca* exibiram alta frequência de interações (APÊNDICE 2).

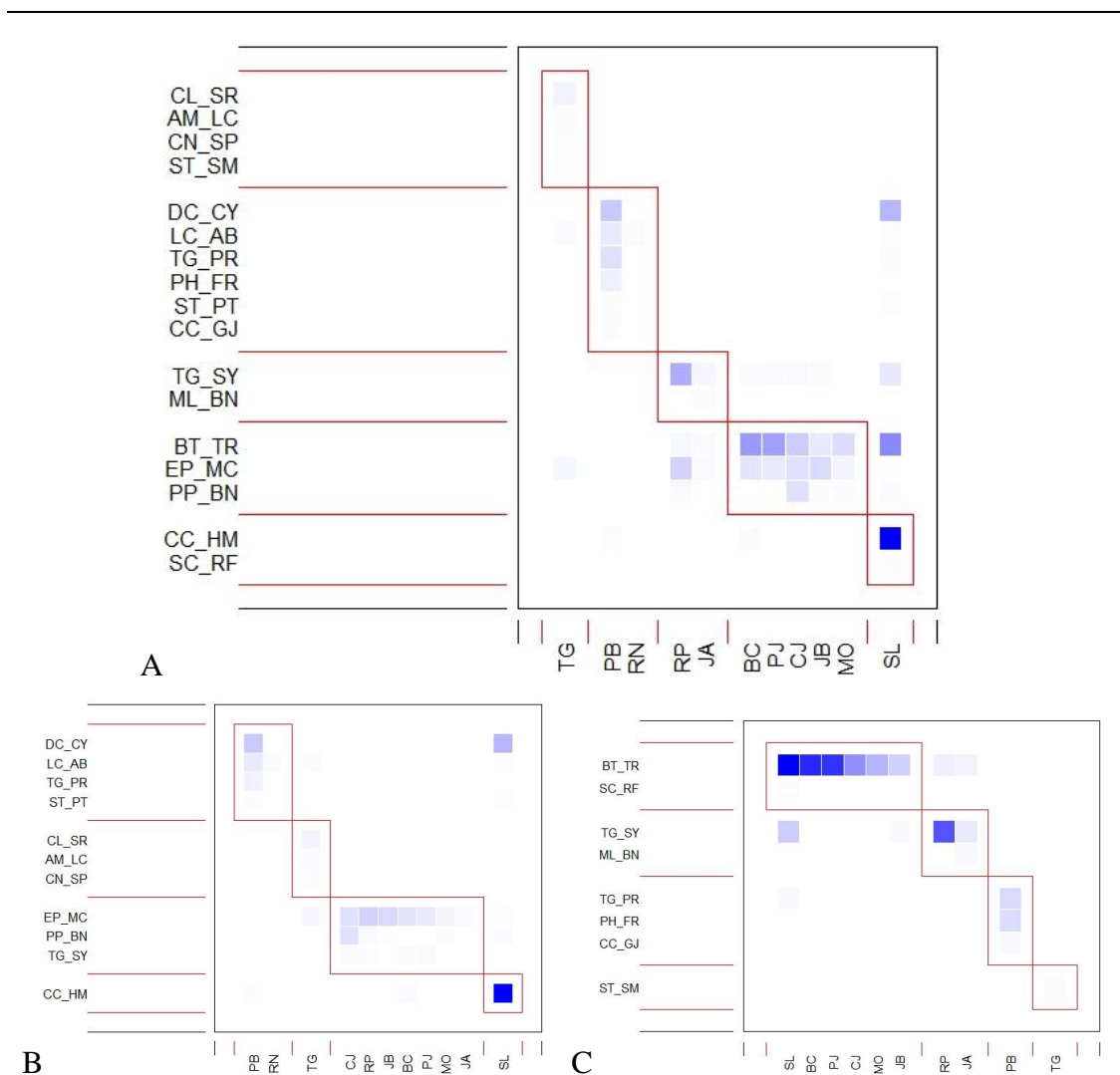
**TABELA 2** – Relação dos locais (vértices) com a proporção de urbanização (URB) em *buffer* com raio de 2 Km, riqueza de espécies de aves que interagiram e Frequência total de interações.

Localidade	URB	Riqueza	Frequência
Frente à RPPN Airumã	39,03	1	3
Parque Tanguá	39,74	6	21
Parque Barreirinha	43,85	7	81
Parque São Lourenço	58,50	<b>10</b>	<b>310</b>
Bacacheri	68,73	4	86
Museu do olho	78,35	3	31
Jardim botânico	79,36	4	41
Jardim das Américas	81,60	4	16
Cajuru	88,11	4	77
Praça do Japão	89,81	3	79
Rua Pasteur	91,75	4	90

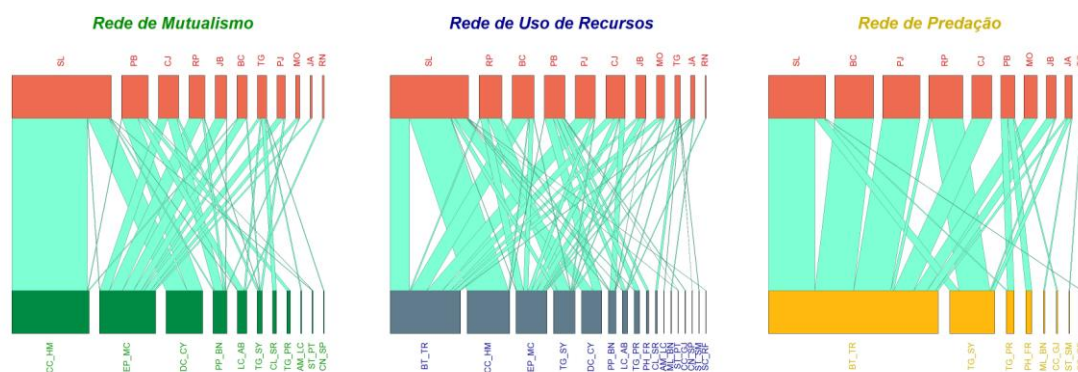
A rede de mutualismo apresentou riqueza de 11 espécies de aves, sendo o *E. macroura* e *C. haemorrhous*, com maior frequência de interações. Por outro lado, a rede de predação apresentou oito espécies, sendo que *B. tirica* foi a espécie com que exibiu maior frequência de interação. Para a rede de predação não registramos nenhuma espécie no ponto menos urbanizado (RPPN Airumã).

### 3.1 ESTRUTURA DAS REDES

As três redes analisadas apresentaram módulos de acordo com o gradiente de urbanização (FIGURA 4 e 5). A rede mutualística apresentou maior valor de modularidade em relação às outras redes, enquanto a de predação o menor valor. Os valores do índice de especialização ( $H_2'$ ) encontrados para a rede de uso de recurso foi menor, enquanto para as redes de mutualismo e predação foram altos (TABELA 2).



**FIGURA 4** - Representação gráfica da Modularidade, onde **A** é a representação da rede de uso de recursos, **B** rede de mutualismo e **C** a rede de predação. A tabela mostra a proporção de urbanização em um *buffer* de 2 Km em cada ponto amostral. O contorno vermelho demonstra a formação de módulos entre espécies de aves e locais de cerejeiras onde ocorrem, a variação da coloração azul está relacionada com a frequência de interação entre os dois grupos estudados, quanto mais escuro o tom de azul maior a frequência de interação.



**FIGURA 5** - Representação gráfica das redes bipartidas, onde em vermelho estão representados os locais/indivíduos onde foram observadas as cerejeiras e em verde, azul e amarelo as espécies de aves, para mutualismo, recurso e predação, respectivamente

**TABELA 3** – Valores das métricas calculadas ao nível de rede

Redes	Modularidade		Especialização
	$Q$	z-scores	$H_2'$
Recursos	0,4421	43,8922	0,4656
Mutualismo	0,5217	40,1029	0,6887
Predação	0,3309	24,5041	0,6979

As cerejeiras apresentaram valores de especialização ao nível de vértice ( $d'$ ) distintos para as três redes. Na rede de uso de recursos, o local que apresentou maior valor foi o Parque Barreirinha. Na rede de mutualismo, o Parque São Lourenço foi o local de maior valor desta métrica. Para a rede de Predação, o  $d'$  apresentou valor 1 para o Parque Tanguá, uma vez que a espécie *Saltator similis* ocorreu somente neste local com apenas uma interação. O Parque Barreirinha também possui o valor da métrica alto, visto que *Pyrrhura frontalis*, ocorreu apenas neste local. No Jardim Botânico, para predação houve apenas *Brotogeris tirica* evidenciando o valor baixo para o local (TABELA 4).

Em relação ao grau normalizado (ND), o Parque São Lourenço apresentou o maior valor, visto que é neste local que há a maior diversidade de visitantes florais, sendo que, este é o local com grau intermediário de urbanização. Tanto locais com alta e baixa proporção de urbanização apresentaram valores extremamente baixos de centralidade por grau (ND), uma vez que a diversidade de visitantes é baixa nestes locais. Além disso, o valor dos z-scores evidenciam que o grau ocorre abaixo do esperado pelo acaso (TABELA 4).

**TABELA 4** –Valores de  $d'$ , centralidade por grau ( $ND$ ) e seus respectivos valores de  $z$ -scores , para a rede de uso de recursos, mutualismo e predação. Em negrito os maiores valores encontrados e sublinhado os menores.

Locais	Recursos			Mutualismo			Predação		
	$d'$	$ND$	$z$ -scores	$d'$	$ND$	$z$ -scores	$d'$	$ND$	$z$ -scores
SL	0,4298	<b>0,5882</b>	-0,2607	<b>0,7192</b>	<b>0,5455</b>	-0,3930	0,0331	<b>0,5000</b>	-0,2377
RP	0,5212	0,2353	-0,6080	0,4033	0,2727	-0,5419	0,6331	0,2500	-0,5631
BC	0,2418	0,2353	-0,6025	0,2502	0,2727	-0,4791	0,1682	<u>0,1250</u>	-0,7871
PB	<b>0,7738</b>	0,4118	-0,2928	0,6574	0,4545	-0,3504	<b>0,9713</b>	0,3750	-0,0996
PJ	0,2695	0,1765	-0,6972	0,3963	0,1818	-0,6280	0,1637	<u>0,1250</u>	-0,7866
CJ	0,3042	0,2353	-0,5921	0,5264	0,2727	-0,5830	0,1222	<u>0,1250</u>	-0,7349
JB	0,2499	0,2353	-0,5165	0,4059	0,1818	-0,6687	<u>0,0187</u>	0,2500	-0,3293
MO	<u>0,1944</u>	0,1765	-0,6088	0,2549	0,1818	-0,5193	0,1027	<u>0,1250</u>	-0,7012
TG	0,6863	0,3529	-0,1166	0,6090	0,4545	-0,1052	<b>1,0000</b>	<u>0,1250</u>	0,0000
JA	0,2464	0,2353	-0,3561	<u>0,2425</u>	<u>0,0909</u>	-0,6386	0,2123	0,3750	0,1103
RN	0,6248	<u>0,0588</u>	-0,5946	0,5921	<u>0,0909</u>	-0,5704			

### 3.2 RELAÇÃO DA PAISAGEM COM PROPRIEDADES DO VÉRTICE

Selecionamos as variáveis em que o coeficiente de variação entre as propriedades de vértice e as métricas de paisagem nas diferentes escalas foram maiores, evidenciando a escala do efeito (TABELA 5).

**TABELA 5** – Lista dos coeficientes de variação ( $R^2$ ) do teste de correlação entre as métricas da paisagem em diferentes escalas (*Buffer* de 500, 1000 e 2000 metros) com as propriedades do vértice. Em destaque encontram-se os valores em que esse coeficiente foi maior e utilizado para a seleção de modelos.

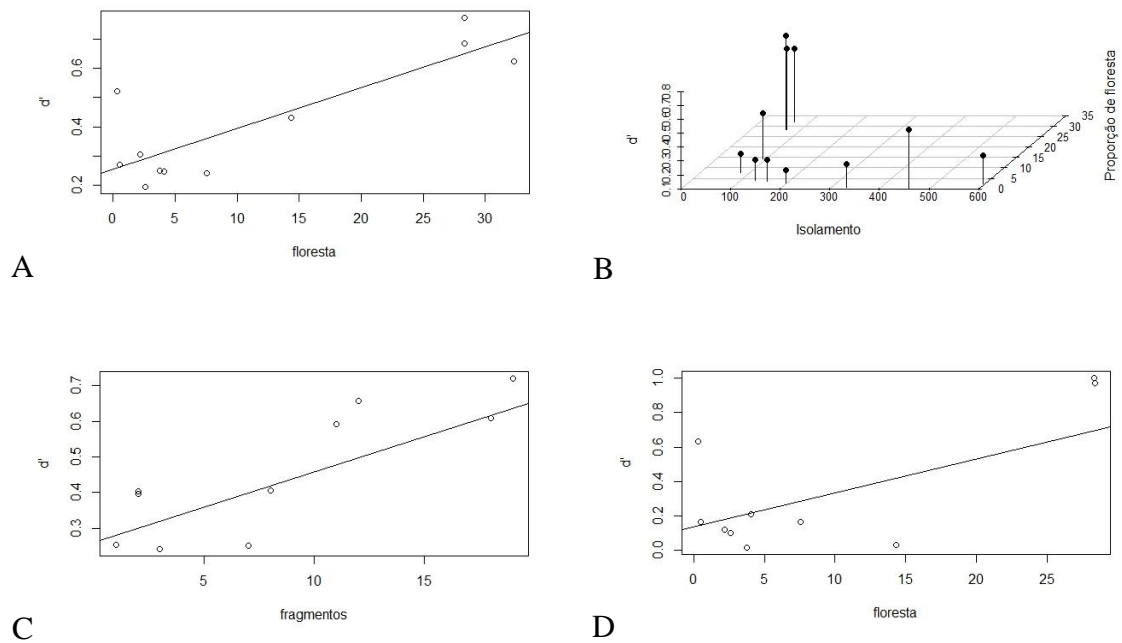
Variáveis predictoras	Raio (Km)	Índice de especialização ( $d'$ )			Grau normalizado (ND)		
		Recurso	Mutualismo	Predação	Recursos	Mutualismo	Predação
FL	0.5	0.6565	<b>0.5322</b>	0.4416	<b>0.04146</b>	0.1112	<b>0.1499</b>
	1.0	0.6488	0.4359	0.4983	0.0165	0.07796	0.09353
	2.0	<b>0.7092</b>	0.4756	<b>0.5604</b>	0.04086	<b>0.1356</b>	0.07336
VG	0.5	0.07197	0.194	0.006333	<b>0.4039</b>	0.3597	<b>0.1701</b>
	1.0	0.3024	0.2967	0.1479	0.2813	<b>0.3638</b>	0.1079
	2.0	<b>0.437</b>	<b>0.3812</b>	<b>0.2489</b>	0.1926	0.2999	0.08841
URB	0.5	0.4369	<b>0.4215</b>	0.08588	<b>0.1121</b>	0.1749	<b>0.1687</b>
	1.0	0.5154	0.3709	0.3201	0.064	0.1476	0.08915
	2.0	<b>0.577</b>	0.414	<b>0.3938</b>	0.07956	<b>0.183</b>	0.07303
ISO	0.5	0.01091	<b>0.09826</b>	0.003942	0.04896	0.05381	0.0064
	1.0	<b>0.08256</b>	0.02007	<b>0.03976</b>	0.05918	0.02901	<b>0.1377</b>
	2.0	0.05812	0.09376	0.009786	<b>0.07412</b>	<b>0.06039</b>	0.0524
NF	0.5	0.3675	<b>0.7155</b>	0.1184	<b>0.454</b>	<b>0.5542</b>	0.1628
	1.0	<b>0.4133</b>	0.4387	<b>0.2448</b>	0.4317	0.4735	<b>0.2001</b>
	2.0	0.2997	0.3128	0.13	0.2667	0.301	0.1781

O grau normalizado ( $ND$ ) não foi afetado pela estrutura da paisagem, uma vez que para as três redes, o modelo nulo apresentou  $\Delta AICc < 2$  o qual confere incerteza sobre o efeito da estrutura da paisagem. Por outro lado, a paisagem exerce efeito sobre o índice de especialização das espécies ( $d'$ ), uma vez que entre os melhores modelos com  $\Delta AICc < 2$ , não estava presente o modelo nulo. Para a rede de recursos, um modelo simples apenas com proporção de floresta ( $W_i = 0.54$ ) e outro modelo composto com floresta + isolamento ( $W_i = 0.37$ ) explicaram a variação na especialização das espécies. Para a rede de mutualismo os

melhores modelos foram aqueles em que as variáveis preditoras foram número de fragmentos com peso de evidência de 0.59. E para rede de predação, somente o modelo com proporção de floresta foi considerado o melhor, com peso de evidência  $\omega\text{AICc} = 0.59$  (TABELA 6).

**TABELA 6** – Valores da seleção de modelos segundo os critérios de Akaike (**AICc**), onde **K** corresponde ao número de parâmetros,  $\Delta\text{AICc}$ ,  $\omega\text{AICc}$  peso do modelo e **Cum.Wt** valores acumulados entre os pesos dos modelos. Os números 0.5, 1.0 e 2.0 correspondem à escala do efeito para a respectiva métrica. Os valores em negrito correspondem aos melhores modelos selecionados para explicação do processo biológico ( $\Delta\text{AICc} < 2$ ).

Variáveis Resposta	Rede	Variáveis Preditoras	K	AICc	$\Delta\text{AICc}$	$\omega\text{AICc}$	Cum.Wt
d'	Recursos	FL <sup>2.0</sup>	3	-8,715	<b>0</b>	0,537	0,537
		FL <sup>2.0</sup> + ISO <sup>1.0</sup>	4	-7,935	<b>0,780</b>	0,364	0,901
		URB <sup>2.0</sup>	3	-4,592	4,123	0,068	0,969
		VG <sup>2.0</sup>	3	-1,448	7,268	0,014	0,983
		NF <sup>1.0</sup>	3	-0,992	7,723	0,011	0,995
		nulo	2	0,944	9,660	0,004	0,999
		ISO <sup>1.0</sup>	3	3,924	12,640	0,001	1
	Mutualismo	NF <sup>0.5</sup>	3	-9,636	<b>0</b>	0,587	0,587
		FL <sup>0.5</sup>	3	-7,564	2,072	0,208	0,795
		URB <sup>0.5</sup>	3	-5,226	4,409	0,065	0,860
		ISO <sup>0.5</sup> + NF <sup>0.5</sup>	4	-4,894	4,741	0,055	0,915
		VG <sup>2.0</sup>	3	-4,485	5,150	0,045	0,959
		nulo	2	-3,135	6,501	0,028	0,982
		FL <sup>0.5</sup> + ISO <sup>0.5</sup>	4	-2,434	7,202	0,016	0,998
	ISO <sup>0.5</sup>	3	1,901	11,537	0,002	1	
	Predação	FL <sup>2.0</sup>	3	9,743	<b>0</b>	0,593	0,593
		URB <sup>2.0</sup>	3	12,957	3,214	0,119	0,712
		FL <sup>2.0</sup> + ISO <sup>1.0</sup>	4	13,080	3,334	0,112	0,824
		nulo	2	13,676	3,934	0,083	0,908
		VG <sup>2.0</sup>	3	15,099	5,356	0,041	0,948
		NF <sup>1.0</sup>	3	15,154	5,411	0,040	0,988
ISO <sup>1.0</sup>		3	17,556	7,814	0,012	1	
Recursos	VG <sup>0.5</sup>	3	-9,332	<b>0</b>	0,450	0,450	
	nulo	2	-7,570	<b>1,762</b>	0,186	0,636	
	NF <sup>0.5</sup>	3	-7,038	2,294	0,143	0,779	
	URB <sup>0.5</sup>	3	-4,949	4,383	0,050	0,829	
	FL <sup>0.5</sup> + VG <sup>0.5</sup>	4	-4,616	4,717	0,042	0,872	
	VG <sup>0.5</sup> + ISO <sup>2.0</sup>	4	-4,592	4,740	0,042	0,914	
	ISO <sup>2.0</sup>	3	-4,489	4,844	0,040	0,954	
	FL <sup>0.5</sup>	3	-4,107	5,225	0,033	0,987	
	ISO <sup>2.0</sup> + NF <sup>0.5</sup>	4	-1,808	7,524	0,010	0,997	
FL <sup>0.5</sup> + ISO <sup>2.0</sup>	4	0,737	10,069	0,003	1		
ND	Mutualismo	NF <sup>0.5</sup>	3	-7,361	<b>0</b>	0,362	0,362
		VG <sup>1.0</sup>	3	-6,806	<b>0,555</b>	0,274	0,636
		nulo	2	-5,760	<b>1,601</b>	0,163	0,799
		URB <sup>2.0</sup>	3	-4,054	3,307	0,069	0,868
		FL <sup>2.0</sup>	3	-3,434	3,926	0,051	0,919
		ISO <sup>2.0</sup> + NF <sup>0.5</sup>	4	-3,196	4,165	0,045	0,964
		ISO <sup>2.0</sup>	3	-2,516	4,845	0,032	0,996
		FL <sup>2.0</sup> + ISO <sup>2.0</sup>	4	1,803	9,164	0,004	1
Predação	nulo	2	-6,634	<b>0</b>	0,398	0,398	
	NF <sup>1.0</sup>	3	-4,581	2,053	0,143	0,541	
	VG <sup>0.5</sup>	3	-4,212	2,421	0,119	0,660	
	URB <sup>0.5</sup>	3	-4,196	2,438	0,118	0,777	
	FL <sup>0.5</sup>	3	-3,972	2,662	0,105	0,883	
	ISSO <sup>1.0</sup>	3	-3,830	2,804	0,098	0,981	
	FL <sup>0.5</sup> + VG <sup>0.5</sup>	4	1,527	8,161	0,007	0,988	
	VG <sup>0.5</sup> + ISO <sup>1.0</sup>	4	1,657	8,291	0,006	0,994	
FL <sup>0.5</sup> + ISO <sup>1.0</sup>	4	1,715	8,349	0,006	1		



**FIGURA 6** – Relações lineares entre as variáveis. Gráficos entre variáveis predictoras (eixo x e z) e variáveis resposta (eixo y – índice de especialização  $d'$ ), que exibiram  $\Delta AICc < 2$ . As variáveis predictoras para rede de uso de recursos corresponde **A**) Proporção de floresta em escala de 2 Km e **B**) Proporção de floresta em escala de 2 Km combinada com Isolamento em escala de 1 Km. Para a rede de mutualismo **C**) Número de fragmentos em 0.5 Km e para Predação **D**) Proporção de floresta em 2 Km.



## 4 DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam influência da paisagem sobre a estrutura da rede de interação. Ao nível de rede, houve formação de módulos separando as cerejeiras em um gradiente de urbanização, com base nas espécies de visitantes florais. Quanto às propriedades do vértice, as métricas de paisagem apresentam influência na exclusividade das espécies, mas não no número de parceiros que cada cerejeira recebe.

Os locais com maior cobertura urbana (Bacacheri, Praça do Japão, Cajuru, Jardim Botânico e Museu do Olho) foram agrupados dentro do mesmo módulo, visto que as espécies ocorrentes apresentam menor sensibilidade à perturbação e capacidade de movimentação em ambiente perturbado (STOTZ *et al.*, 1996; EMER *et al.*, 2018). Por outro lado, locais com maiores proporções de áreas verdes (Parque São Lourenço, Parque Tanguá, Parque barreirinha e RPPN) também formaram um módulo, com agrupamento de diferentes espécies de aves em locais únicos, o que pode ser corroborado pelo valor do índice de especialização  $d'$ . Além disso, o valor dos z-scores calculados a partir dos modelos nulos evidenciam que essa organização não é estocástica.

Redes de interação entre indivíduos de plantas e espécies de animais apresentam modularidade significativa, pois cada cerejeira tende a receber espécies que possuem atributos ecológicos que permitam ocorrer no determinado habitat (MIGUEL *et al.*, 2018). Esse efeito local pode estar associado a filtragem biótica que ocorre em áreas urbanas (MEFFERT & DZIOCK, 2013), selecionando espécies distintas em paisagens mais urbanizadas em relação às menos urbanizadas.

No presente estudo a rede de predação foi a menos modular ao contrário do observado para outros estudos, onde redes mutualísticas tendem a ser menos modulares que as antagonicas (THÉBAULT & FONTAINE 2010). Isso pode estar associado com a diversidade de espécies mais baixa na rede de predação. Em ambas redes, de mutualismo e de predação, as espécies determinantes para delimitação dos módulos de interação foram *E. macroura* e *B. tirica*, respectivamente. O Parque São Lourenço apresentou visitas de diversas espécies de aves tolerantes ao ambiente urbano. Contudo o grande número de interações estabelecido por *C. haemorrhous*, fez com que o local permanecesse isolado em um módulo. Para a rede de predação, a qual esta espécie não esteve presente o local foi agrupado junto com o modulo de cerejeiras de paisagens mais urbanas.

As redes particionadas (Mutualismo e Predação) demonstram-se mais especializadas do que a rede de recursos, uma vez que nesta há redundância ao reunir espécies com

frequências de interações parecidas em ambos os tipos de forrageio. Na rede de predação as frequências de interações foram distintas e na rede de mutualismo as frequências foram parecidas, mas com maior número de espécies distintas. Esses resultados confrontam o estudo de Yoshikawa *et al.* (2014), no qual a rede antagonística apresentou valor maior em relação às outras duas.

Esse efeito local pode ser evidenciado pela influência das métricas da paisagem sobre o valor de especialização das cerejeiras, mas não sobre o grau normalizado, como já descrito para outras redes de interação (MIGUEL *et al.*, 2018). Apesar da composição das comunidades de aves diferir entre as cerejeiras, o grau apresenta uma constância entre os vértices, ou seja, o número de parceiros que cada local de cerejeira recebe tende a se manter igual. Além disso, pelos valores do z-score podemos inferir que as centralidades por grau são estocásticas. Redes distintas foram influenciadas por fatores e escalas distintas da paisagem, pois, a especialização das cerejeiras foi influenciada pela proporção da floresta para as redes de Recurso e Predação, em uma escala de 2 Km, enquanto que para na rede de mutualismo o número de fragmentos em escala de 500 metros foi importante. Isso ressalta que diferentes processos ecológicos, podem ocorrer de maneira significativa em diferentes escalas (BOSCOLO & METZGER, 2009). De fato, as redes de predação e uso de recursos foram mais sensíveis à redução da proporção de floresta que causa redução de habitat e, portanto, da diversidade de espécies. Essa redução também é afetada pelo isolamento, uma vez que a conectividade entre os remanescentes diminui, dificultando a movimentação dos animais (BOSCOLO & METZGER, 2011). Já para rede de mutualismo, o número de fragmentos foi a métrica mais importante, pois eles atuam como trampolins ecológicos, o que facilita a movimentação constante dos interatores (BOSCOLO *et al.*, 2008). De uma forma geral, o valor de especialização para as paisagens mais urbanas de forma geral foi mais baixo, uma vez que espécies mais comuns (tolerantes) ocorreram em todos esses locais, contrastando locais menos urbanizados, os quais apresentaram espécies exclusivas.

O Parque São Lourenço, com aproximadamente 60% de proporção de urbanização, foi o local que apresentou o maior número de interações com aves. O índice de especialização das cerejeiras também foi maior neste local para a rede mutualística, principalmente pelo elevado número de interações de *C. haemorrhous*, interações raras como *D. cayana*, *T. preciosa* e *Setophaga pitiayumi* e interação única de *S. ruficapillus*. Entretanto para a rede de predação as aves comuns em locais urbanos ocorreram com mesma frequência neste local. O fato desse vértice estar localizado em uma paisagem com valores intermediários de urbanização, pode estar associado à sua maior diversidade de visitantes florais. Pois em um

ambiente perturbado, poucas espécies têm atributos que permitem ocupar tal habitat, enquanto em um ambiente com pouco distúrbio<sup>3</sup>, há exclusão competitiva (MOLINO & SABATIER, 2001).

No parque Barreirinha, o índice de especialização das cerejeiras foi alto para todas as redes. Para o mutualismo, esse valor é explicado pelo número de espécies raras que foram registradas (*Leucochloris albicollis*, *Dacnys cayana*, *Tangara preciosa* e *Setophaga pitiayumi*) e para predação pelas espécies exclusivas deste local que foram *Pyrrhura frontalis* e *Cyclarhis gujanensis*. No parque Tanguá, com exceção de *Leucochloris albicollis*, foram encontradas somente espécies exclusivas.

As espécies predominantes (*E. macroura* e *B. tirica*) foram registradas em todos os locais mais urbanizados, normalmente com alta frequência, mas pouco em locais mais florestados, fator que pode ser explicado por ser um competidor fraco ou diluição de recurso.

Este estudo demonstra o efeito negativo que a urbanização exerce sobre as espécies e processos ecológicos como a polinização. O ambiente urbano é caracterizado por ser um local com alta resistência para muitas espécies de aves que não encontram condições e recursos nesse local. Por esse motivo, nossos resultados indicam a formação de módulos entre as espécies mais tolerantes ao ambiente urbano. Por outro lado, encontramos um aumento da especialização de algumas cerejeiras em locais com maior proporção de floresta. Isso indica que esses locais comportam aves que estão mais relacionadas ao ambiente floresta, como por exemplo *Amazilia lactea*, *D. cayana*, *P. frontalis*, *Tangara preciosa*. A configuração da paisagem de Curitiba tem relação direta com a movimentação dessas espécies. O fato de Curitiba estar localizado em uma proporção extensa conservada de Mata Atlântica possibilita que várias espécies sejam registradas nas margens da cidade – locais com maior proporção de floresta. Outro fator importante da cidade de Curitiba é a presença de fragmentos florestais dentro da matriz urbana, como parques, bosques e ruas bem arborizadas. Essa configuração de fragmentos florestais espalhados pela cidade possibilita o uso destes como trampolins ecológicos, aumentando a conectividade entre áreas da cidade.

As cerejeiras tem como uma de suas características a floração no inverno, período de baixa produtividade das espécies florais nativas (MARQUES *et al.*, 2004). Esse padrão fenológico possibilita o fornecimento de um recurso suplementar e alternativo para algumas espécies de aves que são residentes e de outras que, embora parte de sua população realize movimentos sazonais, parte da população permanece na cidade (SOMENZARI *et al.*, 2018).

---

<sup>3</sup> Próximo à RPPN Airumã, local mais afastado da cidade e com maiores proporções de floresta

De fato, alguns estudos recentes indicam que o uso de espécies exóticas não invasivas pode ser empregado para retomar e/ou aumentar a quantidade e qualidade de processos ecossistêmicos (ANTONIO & MEYERSON, 2002).

Áreas urbanas estão em constante processo de expansão e, de forma inevitável, cidades são inseridas em rota de movimentação de espécies. A configuração e a composição da paisagem urbana pode permitir que a restrição na movimentação das espécies em ambiente urbano seja em partes remediado e que processos ecológicos não sejam afetados drasticamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIELLO, A. S. Japanese flowering cherries - A 100 year long love affair. **Arnoldia**, v. 69, p. 13, 2012.
- ALTMANN, Jeanne. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, n. 3, p. 227-266, 1974.
- ANTONIO, C. D. & MEYERSON, L. A. 2002. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. **Rest Ecol**. 10: 703-713.
- BARRAT, A.; BARTHELEMY, M. & VESPIGNANI, A. **Dynamical processes on complex networks**. New York: Cambridge University Press, 2008. 347 p.
- BASCOMPTE, J. Structure and dynamics of ecological networks. **Science**, v. 329, n. 5993, p. 765–766, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1194255>>.
- BJERKNES, A. L.; TOTLAND, Ø.; HEGLAND, S. J. & NIELSEN, A. Do alien plant invasions really affect pollination success in native plant species?. **Biological Conservation**, v. 138, n. 1–2, p. 1–12, 2007. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320707001693>>.
- BLÜTHGEN, N. Why network analysis is often disconnected from community ecology: A critique and an ecologist's guide. - **Basic Appl Ecol** 11: 185–195. 2010.
- BLÜTHGEN, N. et al. Measuring specialization in species interaction networks. - **BMC Ecol** 6: 1–12. 2006.
- BORTIRI, E.; HEUVEL, B. VANDEN & POTTER, D. Phylogenetic analysis of morphology in *Prunus* reveals extensive homoplasy. **Plant Systematics and Evolution**, v. 259, n. 1, p. 53–71, 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00606-006-0427-8>>.
- BORTIRI, E.; OH, S. H.; JIANG, J.; BAGGETT, S.; GRANGER, A.; WEEKS, C.; BUCKINGHAM, M.; POTTER, D. & PARFITT, D. E. Phylogeny and systematics of *Prunus* (Rosaceae) as determined by sequence analysis of ITS and the chloroplast trnL-trnF spacer DNA. **Systematic Botany**, v. 26, n. 4, p. 797–807, 2001. Disponível em: <<http://www.amjbot.org/cgi/doi/10.3732/ajb.89.10.1697>> <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1043/0363-6445-26.4.797>>.
- BOSCOLO, D. AND METZGER, J. P. Is bird incidence in Atlantic forest fragments influenced by landscape patterns at multiple scales? - **Landsc Ecol** 24: 907–918. 2009.
- BOSCOLO, D. AND METZGER, J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. - **Ecography (Cop)** 34: 1018–1029. 2001.
- BOSCOLO, D. ET AL. Importance of interhabitat gaps and stepping-stones for lesser woodcreepers ( *Xiphorhynchus fuscus* ) in the Atlantic Forest , **Brazil**. 40: 273–276. 2008.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. **Springer-Verlag**, New York. 2002.
- CRONK, Q. & OJEDA, I. Bird-pollinated flowers in an evolutionary and molecular context. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 4, p. 715–727, 2008. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1011.1669>>.
- CURITIBA, Prefeitura de. **Meio ambiente**. 2018. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/meio-ambiente-de-curitiba/182>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CUSHMAN, S. A. AND MCGARIGAL, K. Patterns in the species-environment relationship depend on both scale and choice of response variables. - **Oikos** 105:

117–124. 2004.

- DAS, B.; AHMED, N. & SINGH, P. *Prunus* diversity - early and present development: A review. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 3, n. 14, p. 721–734, 2011. Disponível em: <[http://www.academicjournals.org/IJBC/abstracts/abstracts/abstracts2011/Dec \(special issue\)/Das et al.htm](http://www.academicjournals.org/IJBC/abstracts/abstracts/abstracts2011/Dec%20(special%20issue)/Das%20et%20al.htm)>.
- DORMANN, C. F.; STRAUSS, R. A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. (P. Peres-Neto, Org.) **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 1, p. 90–98, 2014. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/2041-210X.12139>>.
- DORMANN, Carsten F. et al. Package ‘bipartite’. 2018.
- EMER, Carine et al. Seed-dispersal interactions in fragmented landscapes—a metanetwork approach. **Ecology letters**, v. 21, n. 4, p. 484–493, 2018.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. - **Annu Rev Ecol Evol Syst** 34: 487–515. 2003.
- FERNÁNDEZ-JURICIC, C.; JIMENEZ, M. D. & LUCAS, E. Bird tolerance to human disturbance in urban parks of Madrid (Spain): Management implications. In: MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. (Ed.). **Avian ecology and conservation in an urbanizing world**. New York: Spring Science+business Media, Llc, 2001. Cap. 12. p. 264–273.
- FLEMING, T.H. & MUCHHALA, N. Nectar-feeding bird and bat niches in two worlds: pantropical comparisons of vertebrate pollination systems. **Journal of Biogeography**, 35: 764–780, 2008.
- GREIG, E. I.; WOOD, E. M. & BONTER, D. N. Winter range expansion of a hummingbird is associated with urbanization and supplementary feeding. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1852, p. 20170256, 2017. Disponível em: <<http://rspb.royalsocietypublishing.org/lookup/doi/10.1098/rspb.2017.0256>>.
- JUNG, S; FICKLIN, S; LEE, T; CHENG, C.H.; BLENDIA, A; ZHENG, P; YU, J; BOMBARELY, A; CHO, I; RU, S; EVANS, K; PEACE, C; ABBOTT, A.G.; MUELLER, L.A.; OLMSTEAD, M.A. & MAIN, D. The Genome Database for Rosaceae (GDR): year 10 update. *Nucl. Acids Res.* (2014) Jan 1; 42(1):D1237–44.
- KALKMAN, C. Rosaceae. In: KUBITZKI, K (Ed.). **The families and genera of vascular plants: VI Flowering plants - Dicotyledons**. New York: Springer, 2004. p. 343–386.
- KATO, S.; MATSUMOTO, A.; YOSHIMURA, K.; KATSUKI, T.; IWAMOTO, K.; KAWAHARA, T.; MUKAI, Y.; TSUDA, Y.; ISHIO, S.; NAKAMURA, K.; MORIWAKI, K.; SHIROISHI, T.; GOJOBORI, T. & YOSHIMARU, H. Origins of Japanese flowering cherry (*Prunus* subgenus *Cerasus*) cultivars revealed using nuclear SSR markers. **Tree Genetics & Genomes**, v. 10, n. 3, p. 477–487, 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11295-014-0697-1>>.
- KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. O. & SILVA, S. M. Composição florística da floresta ombrófila mista montana do parque municipal do Birigui, Curitiba, pr. **Floresta**, v. 36, n. 1, 30 abr. 2006. Universidade Federal do Parana. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v36i1.5965>>.
- KUITERT, W. & PETERSE, A. H. **Japanese flowering cherries**. Portland: Timber Press, 1999. 394 p.
- LEE, S. & WEN, J. A phylogenetic analysis of *Prunus* and the Amygdaloideae (Rosaceae) Using ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. **American Journal of Botany**, v. 88, n. 1, p. 150–160, 2001.
- LINDLEY, J. Report upon the new or rare plants which flowered in the garden of the horticultural society at Chiswick, between March, 1825, and March, 1826. **Transactions of the horticultural Society of London**, v. 7, 1830.
- LONG, K.. **Hummingbirds: A wildlife handbook**. Colorado: Johnson Books, 1997. 181 p.

- MARQUES, M. C. M. *et al.* 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. - **Plant Ecol.** 173: 191–201.
- MARZLUFF, J. M. Avian ecology and conservation in an urbanizing world (JM Marzluff, R Bowman, and R Donnelly, Eds.). - Springer US. 2001.
- MAXIMOWITZ, C. J. Diagnoses des nouvelles plantes asiatiques. **Bulletin de L'Académie Impériale des sciences de St-Petersbourg**, v. 29–30, p. 51–228, 1883.
- MCGARIGAL, K. Fragstats help v4-2.1. 2015.
- MCGARIGAL, K.; CUSSHMAN, S. A. & ENE, E. Fragstats v4: Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 2012. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>.
- MEFFERT, P. J. AND DZIOCK, F. The influence of urbanisation on diversity and trait composition of birds. - **Landsc Ecol** 28: 943–957. 2013.
- MENDONÇA, F. & DUBREUIL, V.. Termografia de superfície e temperatura do ar na rmc (região metropolitana de Curitiba/PR). **Ra'e Ga**, Curitiba, n. 9, p.25-35, 2005. Editora UFPR.
- MIGUEL, M. F.; JORDANO, P.; TABENI, S.; CAMPOS, C. M. Context-dependency and anthropogenic effects on individual plant-frugivore networks. **Oikos**, p. 1–15, 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/oik.04978>>.
- MILLER, J. R.; FRATERRIGO, J. M.; HOBBS, N. T.; THEOBALD, D. M. & WIENS, J. A. Urbanization, avian communities, and landscape ecology. In: MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. (Ed.). **Avian ecology and conservation in an urbanizing world**. New York: Spring Science+Business Media, Llc, 2001. Cap. 6. p. 117-137.
- MOLINO, J.; SABATIER, D. Tree diversity in tropical rain forests: A validation of the intermediate disturbance hypothesis. **Science**, v. 294, n. 5547, p. 1702–1704, 2001.
- NISHIDA, S. M.; NAIDE, S.s.; PAGNIN, D.. **Plantas que atraem aves e outros bichos**. São Paulo: Cultura Acadêmica - Unesp, 2014. 99 p.
- NOOY, W.; MRVAR, A. & BATAGELJ, V. **Exploratory social networks analysis with Pajek**. New York: Cambridge University Press, 2005. 334 p.
- OHTA, S.; OSUMI, S.; KATSUKI, T.; NAKAMURA, I.; YAMAMOTO, T. & SATO, Y. I. Genetic characterization of flowering cherries (*Prunus* subgenus *Cerasus*) using rp116-rp114 spacer sequences of chloroplast DNA. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 75, n. 1, p. 72–78, 2006. Disponível em: <<http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jjshs/75.72?from=CrossRef>>.
- OLESEN, J. M.; BASCOMPTE, J.; DUPONT, Y. L.; JORDANO, P. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 50, p. 19891–19896, 2007. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0706375104>>.
- REICHARD, S. H.; CHALKER-SCOTT, L. & BUCHANAN, S. Interactions among non-native plants and birds. In: MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. (Ed.). **Avian ecology and conservation in an urbanizing world**. New York: Spring Science+Business Media, Llc, 2001. Cap. 9. p. 185-223.
- ROCCA, M.A. & SAZIMA, M. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): Pollination and visitor diversity. **Flora** 201(6): 440-450. 2006.
- ROCCA, M. A. & SAZIMA, M. Ornithophilous canopy species in the Atlantic rain forest of southeastern Brazil. **Journal Of Field Ornithology**, v. 79, n. 2, p.130-137, jun. 2008. Wiley. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1111/j.1557-9263.2008.00154.x>>.

- SCHNEIBERG, Israel de Castro Lima. A influência da estrutura da paisagem, conectividade da paisagem e da qualidade do fragmento florestal sobre as propriedades das redes de aves frugívoras em ambiente urbano. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Conservação, Ufpr, Curitiba, 2017.
- SOMENZARI, Marina *et al.* An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, 2018.
- STOTZ, Douglas F. *et al.* Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, 1996.
- THÉBAULT, E.; FONTAINE, C. Stability of ecological communities and the architecture of mutualistic and trophic networks. **Science**, v. 329, n. 5993, p. 853–856, 2010.
- TYLIANAKIS, J. M. ET AL. Habitat modification alters the structure of tropical hostparasitoid food webs. - **Nature** 445: 202–205. 2007.
- YOSHIKAWA, T.; ISAGI, Y. Determination of temperate bird-flower interactions as entangled mutualistic and antagonistic sub-networks: characterization at the network and species levels. (T. Ings, Org.) **Journal of Animal Ecology**, v. 83, n. 3, p. 651–660, 2014. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/1365-2656.12161>>.
- ZANATA, T. B.; DALSGAARD, B.; PASSOS, F. C.; COTTON, P. A.; ROPER, J. J.; MARUYAMA, P. K.; FISCHER, E.; SCHLEUNING, M.; GONZÁLEZ, A. M. M; VIZENTIN-BUGONI, J.; FRANKLIN, D. C.; ABRAHAMCZYK, S.; ALÁRCÓN, R.; ARAUJO, A. C.; ARAÚJO, F. P.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; BAQUERO, A. C.; BÖHNING-GAESE, K.; CARSTENSEN, D. W.; CHUPIL, H.; COELHO, A. G.; FARIA, R. R.; HORAK, D.; INGVERSEN, T. T.; JANECEK, S.; KOHLER, G.; LARA, C.; LAS-CASAS, F. M. G.; LOPES, A. V.; MACHADO, A. O.; MACHADO, C. G.; MACHADO, I. C.; MAGLIANESI, M. A.; MALUCELLI, T. S.; MOHD-AZLAN, J.; MOURA, A. C.; OLIVEIRA, G. M.; OLIVEIRA, P. E.; ORNELAS, J. F.; RIEGERT, J.; RODRIGUES, L. C.; ROSERO-LASPRILLA, L.; RUI, A. M.; SAZIMA, M.; SCHMID, B.; SEDLACEK, O.; TIMMERMANN, A.; VOLLSTADT, M. G. R.; WANG, Z.; WATTS, S.; RAHBEK, C. & VARASSIN, I. G. Global patterns of interaction specialization in bird-flower networks. **Journal of Biogeography**, v. 44, n. 8, p. 1891–1910, 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jbi.13045>>.



## APÊNDICES

**APÊNDICE 1-** Lista de pontos amostrais com as espécies de cerejeiras e coordenadas decimais.

Localidade	Código	Espécie	Latitude	Longitude
Cajuru	CJ	<i>P. campanulata</i>	-25.461108	-49.218958
Museu do olho	MO	<i>P. campanulata</i>	-25.41348	-49.265988
Parque Tanguá	TG	<i>P. serrulata</i>	-25.378676	-49.281731
Praça do Japão	PJ	<i>P. serrulata</i>	-25.445847	-49.287117
Parque Barreirinha	PB	<i>P. spp</i>	-25.362867	-49.260456
Rua Pasteur	RP	<i>P. serrulata</i>	-25.447082	-49.277952
Bacacheri	BC	<i>P. serrulata</i>	-25.394377	-49.231281
Frente à RPPN Airumã	RN	<i>P. campanulata</i>	-25.384689	-49.320436
Parque São Lourenço	SL	<i>P. serrulata</i>	-25.381601	-49.265953
Jardim das Américas	JA	<i>P. serrulata</i>	-25.457982	-49.235541
Jardim botânico	JB	<i>P. campanulata</i>	-25.4424	-49.241627

**APÊNDICE 2** – Lista de espécies de aves observadas no presente estudo e os pontos onde foram observadas. **I** significa tipo de interação, M para mutualismo e P para predação.

Família	Nome popular	Nome científico	I	Código	Ocorrência
Trochilidae	Beija-flor-de-Peito-azul	<i>Amazilia lactea</i>	M	AM_LC	TG
	Beija-flor-de-Orelha-violeta	<i>Colibri serrirostris</i>	M	CL_SR	TG
	Beija-flor-Tesoura	<i>Eupetomana macroura</i>	M	EP_MC	CJ, MO, TG, PJ, RP, BC, SL, JA e JB
	Beija-flor-de-Papo-branco	<i>Leucochloris albicollis</i>	M	LC_AB	TG, PB, RN e SL
Thraupidae	Figuinha-de-Rabocastanho	<i>Conirostrum speciosum</i>	M	CN_SP	TG
	Saí-azul	<i>Dacnis cayana</i>	M	DC_CY	PB e SL
	Sanhaçu-Papa-laranja	<i>Pipraeidea bonariensis</i>	M	PP_BN	CJ, MO, RP, SL e JB
	Trinca-ferro	<i>Saltator similis</i>	P	ST_SM	TG
	Bico-de-Veludo	<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	P	SC_RF	SL
	Saíra-preciosa	<i>Tangara preciosa</i>	M/P	TG_PR	PB e SL
Icteridae	Sanhaçu-Cinzento	<i>Tangara sayaca</i>	M/P	TG_SY	CJ, PJ, RP, BC, SL, JA e JB
	Guaxe	<i>Cacicus haemorrhous</i>	M	CC_HM	PB, BC e SL
Psittacidae	Chupim	<i>Molothrus bonariensis</i>	P	ML_BN	JÁ
	Periquito-Rico	<i>Brotogeris tirica</i>	P	BT_TR	CJ, MO, PJ, RP, BC, SL, JA e JB
	Tiriba-de-Testa-vermelha	<i>Pyrrhura frontalis</i>	P	PH_FR	PB
Parulidae	Mariquita	<i>Setophaga pitiayumi</i>	M	ST_PT	PB e SL
Vireonidae	Pitiguari	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	P	CC_GJ	PB

**APÊNDICE 3** – Registro de algumas espécies que interagiram com cerejeiras. **A** Saíra-preciosa (*Tangara preciosa*), **B** Sai-azul (*Dacnis cayana*), **C** Guaxe (*Cacicus haemorrhous*), **D** Beija-Flor-de-Orelha-Violeta (*Colibri serrirostris*), **E** Periquito (*Brotogeris tirica*) e **F** Tiriba-da-testa-vermelha (*Pyrrhura frontalis*).



CORTESIA DE ISRAEL SCHNEIBERG



