



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**HORTAS URBANAS E ABELHAS NATIVAS: UM ESTUDO DE CASO EM FOZ DO
IGUAÇU - PR**

SARA OLIVEIRA DA SILVA

Foz do Iguaçu

2019

**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA
(ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**HORTAS URBANAS E ABELHAS NATIVAS: UM ESTUDO DE CASO EM FOZ DO
IGUAÇU - PR**

SARA OLIVEIRA DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior

Foz do Iguaçu
2019

SARA OLIVEIRA DA SILVA

**HORTAS URBANAS E ABELHAS NATIVAS: UM ESTUDO DE CASO EM
FOZ DO IGUAÇU - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas –Ecologia e Biodiversidade.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Riberio Faria Junior
UNILA

Prof. Dr. Fernando César Vieira Zanella

Prof. Dr. Michel Varajão Garey

Foz do Iguaçu, ____ de _____ de _____.

Dedico este trabalho ao meu irmão,
Gabriel (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grata pelo apoio dos meus pais, Ana e José. Obrigado por todo o esforço que vocês fizeram para eu chegar até aqui, mesmo nos momentos mais difíceis que passamos. Sei que nada foi fácil na vida de vocês, então toda a minha luta e meu esforço é para vocês, minhas conquistas são para vocês, minha felicidade é para vocês, todo meu amor é para vocês. Amo vocês. Obrigada Deus por ter feito eu vim dessa família.

Agradeço meu irmão Matheus por todo o incentivo e carinho nesses anos.

Ao meu amigo e orientador, Nuno, não consigo descrever em palavras o quanto eu sou grata por tudo. Esse ano trabalhando juntos foi sensacional, obrigada por ter acreditado, confiado e acima de tudo ter tido tanta paciência comigo. Obrigada por toda a contribuição acadêmica, todas as piadas, todas as risadas e todos os conselhos, você é uma pessoa incrível. Tudo nosso, fi.

Agradeço aos donos das hortas, que abriram a porta de suas casas e assim eu pude realizar essa pesquisa. Fico muito grata pela confiança e por sempre serem uns queridos comigo. A ciência e eu agradecemos muito.

As peças essenciais deste trabalho, minha Equipe TCC, obrigada a todos meus amigos que de alguma forma me ajudaram a realização deste trabalho com coletas ou qualquer outra coisa, especialmente ao Marcos que foi super meu parceiro nas coletas e na primeira fase do projeto, a Maria Célia que inúmeras vezes ficou até tarde me ajudando a colocar álcool nos bichos, e a Lara Helena pelas dicas, apoio e ajuda nessa fase final sou muito grata a você, e a Maria e a Giuli por toda a ajuda final e de sempre. Aos outros não nomeados, vocês são tão importantes quanto, vocês são f#d%.

Aos craques, Kelli dos Santos Ramos, Rodrigo Barbosa Gonçalves e Fernando Zanella, por terem disponibilizado o tempo de vocês para nos ajudar nas identificações das abelhas. Agradeço vocês de coração, nem conheço, mas já considero.

A todos os professores que me ajudaram a trilhar esse caminho com todo o conhecimento compartilhado, especialmente a Carla e Danubia, das quais tenho um carinho enorme. Ao Cleto, cara sensacional, obrigada pela amizade, espero um dia te visitar na tão sonhada fazenda de alcaparras.

Ainda a professores, quero agradecer aquela que não só foi minha prof nesses anos, mas também minha amiga, Elaine. Obrigada por toda a orientação, oportunidade, confiança, risadas, memes e por aceitar na sua vida a funkeira que eu sou. Te admiro muito como mulher, mãe e cientista, vou levar essa amizade para sempre comigo.

A minha banca examinadora, Michel Garey e Fernando Zanella, pelas ricas contribuições e pelo companheirismo ao longo destes anos, uma honra vocês fazerem parte deste momento final.

Aos meus amigos que eu amo demais do “Snakes Club”. Ciça, Tog, Josi, Lara, Luccas, Adrieli e Carol, não tenho palavras para descrever o quanto sou grata por ter passado esses anos ao lado de vocês, toda a ajuda, companheirismo, surtos, risadas, perrengues, marmitas, festa junina, resumos, trabalhos, estudos e meteção de loko. Foram momentos ruins, mas com vocês tudo foi mais fácil e divertido.

As minhas amigas Mari Chiapa, Manu, Sthé Farias, Sté wiki, Renata, Agatha, Claudia, obrigada por todas as coisas boas e o companheirismo. Fofas.

Aos meus amigos da Turma de 2014 (a melhor), Giuli, Maria, Jean, Babi, Netto, Manu, Marina Auricchio, Marina De La Barrera, Fede, Derlis, tenho muito carinho por cada um de vocês.

As minhas amigas Larissa, Leticia, Bruna e Lori, por sempre me apoiarem, por me trazer de volta para realidade, por todas as vezes que nos reunimos e eu esqueci da faculdade, por sempre estarem ao meu lado, pela nossa amizade e pelo carinho que vocês têm por mim. Amo vocês.

Maria, acho que foi o destino mesmo que me fez sentar do seu lado aquele primeiro dia, sou grata por ter crescido ao seu lado e por ter você como minha amiga, obrigada por toda a ajuda e companheirismo, pelo cafés, pelos docinhos, por tudo, sou muito orgulhosa da pessoa que você se tornou, vou levar comigo pra sempre essa amizade.

Giuli minha querida, essa amizade linda que floresceu nos últimos tempos, as conversas com você foram sensacionais, seu apoio e motivação, todas as risadas e os momentos divertidos, foi muito bom ter você do meu lado e espero ter sempre. Nos encontramos SIM no Nordeste.

Carol, amo seu jeitinho de me amar, obrigada por compartilhar comigo momentos incríveis, você é maravilhosa, adoro ser sua amiga e quero uma vida inteira de momentos bons ao seu lado. Amo você.

A mulher mais incrível que eu conheci esses anos, o melhor presente de Deus na minha vida nos últimos tempos, Josiane. Obrigada por ter sido tão incrível todo tempo, aprendi muito com você, com a mulher guerreira que você é, com sua simpatia e simplicidade, tenho muito orgulho de você e de ser sua amiga. O melhor saldo da graduação é a nossa amizade. Amo você.

Por fim, agradeço a UNILA por essa experiência louca e sensacional.

There's always gonna be another mountain
I'm always gonna wanna make it move
Always gonna be an uphill battle
Sometimes I'm gonna have to lose
Ain't about how fast I get there
Ain't about what's waiting on the other side
It's the climb.

Miley Cyrus

SILVA, Sara Oliveira da. **Hortas urbanas e Abelhas Nativas: Um Estudo de Caso em Foz Do Iguaçu - PR.** 2019. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

RESUMO

O processo de urbanização está associado a mudanças de um ambiente natural para um ambiente antropizado, comprometendo aspectos físicos e biológicos do ambiente. O declínio de insetos polinizadores vem se intensificando, aumentando a preocupação devida a sua importância na manutenção do funcionamento dos ecossistemas. Desta forma, esse trabalho tem como modelo de estudo as assembleias de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de hortas situadas em uma matriz urbana. O objetivo geral foi avaliar a relação existente entre o tamanho de hortas imersas em uma matriz urbana e a riqueza, diversidade e composição das assembleias de abelhas (Hymenoptera: Apoidea). Foram realizadas cinco coletas em cada horta, durante os meses de março-maio e setembro de 2019. Para a amostragem das abelhas, utilizou-se o método de pratos-armadilha (*bowl traps* ou *pan traps*, preenchidos com água e detergente). Estas foram distribuídas em pares (um amarelo e um azul) ao longo de cada horta, sendo colocados quatro pares a cada 5 m² (cinco metros quadrados) de área. Para analisar a relação espécie-área utilizou-se regressões lineares simples (OLS). A relação entre área e diversidade alfa foi medida através do índice de Shannon. Para medir a composição de espécies, optou-se pelos escores do primeiro componente de uma análise de PCA como um valor de referência para a composição. Foram coletados 389 indivíduos de 31 espécies de abelhas de 17 gêneros. O tamanho da área logaritmizada das hortas explica a riqueza logaritmizada de abelhas encontradas em cada uma delas, com uma relação linear, positiva. A análise de regressão indica que o tamanho da horta não influencia a diversidade alfa e que não há correlação entre o tamanho da horta e a variação na composição das assembleias. A análise de aninhamento mostrou valores que suportam a existência de aninhamento na matriz de incidência, quando se considera um modelo nulo de colunas fixas (hortas) e linhas equiprováveis (abelhas). O tamanho da área leva ao aumento da capacidade de suporte do local, além da heterogeneidade ambiental. A área e a diversidade não apresentaram uma relação significativa, não sendo esta a variável que melhor explica a diversidade alfa das hortas. O aninhamento em assembleias pode ser estabelecido a partir de diferenças nas características das comunidades, como isolamento, área, qualidade.

Palavras-chave: Hortas urbanas, urbanização, espécie-área, riqueza, diversidade.

SILVA, Sara Oliveira da. **Urban gardens and native bees: a study case in Foz Do Iguaçu - PR**. 2019. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2019.

ABSTRACT

The urbanization process is associated with changes from a natural environment to an anthropized environment, which compromise physical and biological aspects of the environment. The decline of pollinating insects has been intensifying, increasing concern due to their importance in maintaining the functioning of ecosystems. Thus, this research has as its goal of study the assemblages of bees (Hymenoptera: Apoidea) from urban gardens located in an urban matrix. The general objective is to evaluate the relationship between the size of gardens immersed in an urban matrix and the richness, diversity and composition of bee assemblages (Hymenoptera: Apoidea). Five samplings were performed in each garden during the months of March-May and September 2019. For the sampling of the bees, we used the bowl traps or pan traps method, filled with water and detergent. These were distributed in pairs (one yellow and one blue) along each garden, and four pairs were placed every 5 m² (five square meters) of area. To analyze the species-area relationship, simple linear regressions (OLS). The area-diversity alpha relationship was measured using the Shannon index. To measure species composition, the first component scores of a PCA analysis were chosen as a reference value for the composition. We collected 389 individuals from 31 bee species of 17 genera. The size of the logarithmic area of the gardens explains the logarithmic richness of bees found in each one of them, with a linear, positive relationship. Regression analysis indicates that the size of the garden does not influence alpha diversity and no correlation between size of the garden and the variation in the composition of the assemblages was found. Nestedness analysis showed values that support nesting in the incidence matrix when considering a null model of fixed columns (vegetable gardens) and equiprobable rows (bees). The composition also did not have a positive relationship with the size of the garden. Nestedness in assemblages can be established from differences in community characteristics such as isolation, area, quality.

Keywords: Urban gardens, urbanization, species-area, species richness, diversity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Região Norte de Foz do Iguaçu, Pontos de coleta representados pelos pinos (Google Earth, 2019).....p.20.
- Figura 2** - Regressão linear simples da relação área – riqueza das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.....p.24.
- Figura 3** - Regressão linear simples da relação área – diversidade alfa das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.....p.25.
- Figura 4** - PCA gradiente de composição de espécie das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.....p.25.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Tabela de dados gerais das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR. Cód. = código de identificação da horta; Ta. = Tamanho/área; N = número total de armadilhas.....p.20.
- Tabela 2** – Tabela de espécies e abundância total indivíduos coletados das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR, 2019.....p.27.
- Tabela 3** - Tabela de resultado da riqueza logaritimizada, análises estatísticas de Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e PCA das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR, 2019.....p.28.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.1 <i>ÁREA DE ESTUDO</i>	19
2.2 <i>AMOSTRAGEM DAS ABELHAS</i>	21
2.3 <i>ANÁLISES ESTATÍSTICAS</i>	22
3 RESULTADOS	24
4 DISCUSSÃO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização está associado a mudanças de um ambiente natural para um ambiente antropizado, com construções de casas e edifícios, supressão de áreas verdes e impermeabilização do solo, o que resulta em alterações nas propriedades ecossistêmicas em escalas locais, regionais e continentais (McKinney, 2002; Grimm et al. 2008). Tais mudanças comprometem aspectos físicos e biológicos do ambiente, tais como disponibilidade de recursos, energia e informações dos ecossistemas (Grimm et.al 2008), atuando como forte filtro ambiental, e reduzindo a biodiversidade às espécies adaptadas às condições da cidade (Crocì et al. 2008; McKinney, 2008; Amorin, 2015). De forma geral, a fauna e flora das áreas urbanas apresenta mudanças significativas em parâmetros como riqueza e composição de espécies quando comparadas àquelas encontradas em ambientes naturais (McKinney, 2008; Cabral et al. 2012).

O rápido crescimento das cidades ao longo do tempo desencadeou um forte interesse por pesquisas relacionadas a ecossistemas urbanos em várias partes do mundo (Zanette et al. 2005). Em função disto, a ecologia urbana vem se tornando um importante campo de pesquisa, com foco na distribuição e abundância de plantas e animais no contexto de urbanização, bem como em problemas a ela associados, como poluição, perda de habitat e de biodiversidade (Rebele, 1994).

Assumindo-se que urbanização esteja quase sempre associada à redução de biodiversidade (Goddard et al. 2010), ecólogos e gestores ambientais vêm promovendo o aumento de espaços verdes dentro das áreas urbanas, como forma, inclusive, de mitigar os efeitos de tal processo (Karuppanan et al. 2013). Além da preocupação mais direta com a biodiversidade, tais medidas buscam também incorporar o componente sociológico da gestão e conservação da biodiversidade, tornando tais áreas cada vez mais importantes para a formação da visão de meio ambiente das pessoas (Savard et al. 2000; Lepczyk et al. 2017).

Sobretudo ao longo das últimas décadas, estudos vêm mostrando que tais fragmentos são capazes de abrigar uma alta riqueza e diversidade de espécies de diferentes grupos, fornecendo recursos para, por exemplo, pequenos mamíferos e invertebrados, incluindo um número relevante de grupos que possuem interações com plantas, como os polinizadores (Matthies et al. 2017; Goddard et al. 2010; Bertoni et al. 2012). Os fragmentos verdes nas matrizes urbanas podem

fornecer os recursos necessários tanto para a sobrevivência quanto para a persistência de populações de algumas espécies de animais (Lepczyk et al. 2017). Sendo assim, esses espaços verdes urbanos, são vistos como conectivos importantes, tornando a matriz urbana mais permeável para as espécies, já que estes oferecem área disponível para plantas e animais (Ferreira, 2010; Huang et al. 2015).

Além de exercer um papel importante para a biodiversidade, os espaços verdes, tanto em locais públicos como residenciais, influenciam positivamente a qualidade de vida dos moradores da cidade (Karuppanan et al. 2013). Um exemplo são as hortas urbanas, iniciativas capazes de melhorar a qualidade ambiental do espaço urbano além de ter relação direta com a segurança alimentar (Cruz & Campos, 2009; Matteson & Langellotto, 2010; Filkobski, 2016). Áreas verdes privadas dentro da cidade têm papel fundamental para a manutenção e resiliência da biodiversidade dentro da paisagem urbana (Goddard et al. 2013). Ambientes cultivados, tais como hortas e jardins, ajudam a diminuir os impactos da urbanização, favorecendo maior abundância de polinizadores devido ao aumento da complexidade do ambiente, em consequência da diversidade floral presente no local (Samnegard et al. 2011).

A prática de cultivar hortas urbanas vem se tornando frequente para uma grande parcela da população. Para as famílias e comunidades, essa prática de produção de alimento permite que as pessoas tenham acesso a uma alimentação mais saudável e segura, além de estar diretamente relacionada à produção de conhecimentos e habilidades (Domiciano et al. 2018). As hortas recriam um ambiente cidade-campo dentro dos espaços urbanos (Domiciano et al. 2018) e, além de promover a conscientização sobre alimentação saudável, também auxiliam na orientação sobre os problemas gerados ao ambiente e à saúde humana pelo consumo massivo de produtos industrializados (Onody, 2009). Nos últimos anos, a preocupação com a qualidade e segurança dos alimentos vem crescendo, em grande parte devido ao uso intensivo de agrotóxicos e outros agentes químicos prejudiciais à saúde humana (Arbos, 2010). Dessa forma, o cultivo de pequenas hortas para moradores de cidades vem se mostrando uma boa alternativa para incremento da qualidade da dieta, e também como iniciativas para o agronegócio em pequena escala (Godfray et al. 2010; Matterson & Langellotto, 2010).

Além da produção de alimentos, as hortas podem ser habitats para diversas espécies, principalmente invertebrados, como, por exemplo, as abelhas. As

redes de espaços verdes e hortas urbanas oferecem recursos importantes para as abelhas, auxiliando na manutenção desses polinizadores em paisagens urbanas (Threlfall et al. 2015). A polinização por animais é está relacionada à reprodução de quase 90% das espécies de angiospermas, sendo um fator limitante para as plantas (Tscharrntke et al. 2012). Recentemente, o declínio de insetos polinizadores vem se intensificando, o que vem aumentando a preocupação com tais organismos e o reconhecimento de sua importância na manutenção do funcionamento dos ecossistemas (Samnegard et al. 2011; López-Urbe et al. 2015).

Nesse sentido, esse estudo tem como modelo de estudo as assembleias de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de hortas situadas em uma matriz urbana. É consensual que as abelhas são os polinizadores mais importantes para as plantas de todo o mundo (López-Urbe et al. 2015), e impactos antropogênicos nos ambientes naturais, tem reduzido sistematicamente a oferta de recursos para forrageamento e nidificação, o que vem afetando de forma negativa as espécies de abelhas em geral (Hernandez et al. 2009). Nesse sentido, devido à oferta de flores e de substratos para nidificação, espaços verdes urbanos, como as hortas, podem fornecer habitats adequados para as abelhas, o que contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Hernandez et al. 2009; Samnegård et al. 2011; Fortel et al. 2014).

O papel polinizador das abelhas faz delas um dos grupos mais importante entre os artrópodes, o que vem promovendo um crescente interesse pela conservação e manejo deste grupo (Engel, 2000; Melo et al. 2006; Cruz & Campos, 2009). A diversidade comportamental e morfológica das abelhas, e seu modo de vida de forma geral, torna possível que esse grupo explore uma grande variedade de tipos florais (Pinheiro et al. 2015). Os diversos recursos florais são centrais para a sobrevivência das abelhas, como néctar e pólen (entre outros) que são as principais fontes protéicas e de energia para os adultos e imaturos (Michener 2000; Silveira et al. 2002). Ainda que utilizem diferentes tipos de habitats, incluindo grandes plantações, para forrageamento, a maioria dos grupos de abelhas requer habitats naturais e semi naturais como locais de nidificação (Doreen et al. 2013). Muitas espécies de abelhas nidificam em solo, em superfícies expostas ou com vegetação (Santos et al. 2007), mostrando a importância desses espaços verdes dentro das matrizes urbanas.

Ainda que se reconheça a importância desses habitats nas matrizes urbanas, o que é evidenciado pela riqueza de abelhas encontradas em hortas e jardins (Samnegard et al. 2011), os padrões gerais de diversidade das comunidades de abelhas urbanas ainda são objeto de debate (Hernandez et al. 2009), havendo uma falta de consenso sobre as características desses habitats que torna possível a permanência dos polinizadores no espaço urbano, e se os padrões encontrados são realmente consistentes (Threlfall et al. 2015). Em um cenário de urbanização e desmatamento crescentes em todo o planeta (Margulis, 2003; ; Zanette et al. 2005; Sandhu et al. 2010; Karuppanan et al. 2013), espera-se que o declínio de polinizadores seja cada vez maior, sendo então de grande importância estudos que busquem entender melhor como hortas atuam como fragmentos verdes em abelhas nas matrizes urbanas. Os efeitos diretos da redução na abundância e diversidade de polinizadores na oferta de serviços ecossistêmicos torna ainda mais importante o estudo de tais sistemas (Doreen et al. 2013).

Deve-se considerar ainda que as hortas podem ser vistas como fragmentos verdes isolados dentro da matriz urbana, de forma que poderiam ser consideradas como ilhas (Périco et al. 2005; Matthies et al. 2017). De acordo com a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), espera-se que fragmentos maiores apresentem maior riqueza que os menores, da mesma forma que a proximidade entre essas áreas também deve desempenhar um papel importante nos padrões observados (Périco et al. 2005). O tamanho dos habitats como fator central para se entender a variação da riqueza de espécies no espaço é algo reconhecido há muito tempo (e.g. Arrhenius, 1921) e é considerado como um dos padrões mais consistentes em ecologia (e.g. Begon et al. 2010). De forma geral, espera-se que a riqueza de espécies aumente à medida que há um aumento da área amostrada (Drakare et al. 2006). Ainda que evidência empírica para relações espécies-área em assembleias de abelhas estejam disponíveis (e.g. Ramalho et al. 2009), incluindo estudos de caso em paisagens fragmentadas do oeste do Paraná (Gonçalves et al. 2014), tais estudos apontam que outros fatores (p. ex. a conectividade) também estão envolvidos na determinação dos padrões encontrados. Em um contexto de fragmentação cada vez mais constantes, tanto em ambientes florestais quanto urbanos, entender relações espécies-área é essencial para entendimento dos padrões da biodiversidade e suas implicações em conservação e ameaças de extinção de espécies (Drakare et al. 2006; Van Noordwijk et al. 2015).

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a relação existente entre o tamanho de hortas imersas em uma matriz urbana (bairro Vila C e áreas próximas, Foz do Iguaçu, PR) e a riqueza, diversidade e composição de abelhas (Hymenoptera: Apoidea).

Para tanto, as seguintes predições foram avaliadas:

- (i) há uma relação positiva entre o tamanho da horta e a riqueza observada de espécies;
- (ii) há uma relação positiva entre o tamanho da horta e a diversidade de abelhas;
- (iii) há um gradiente de variação na composição das assembleias de abelhas que é explicado pelo tamanho das hortas (relação positiva entre as variáveis);
- (iv) há um padrão aninhado na variação da composição das assembleias.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área urbana de Foz do Iguaçu, extremo oeste do estado do Paraná, região situada em domínio de Floresta Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) (ICMBio 2019). O clima da região é classificado como subtropical úmido (temperatura média de 21°C), com forte estacionalidade (mínimas absolutas no inverno chegando a 0°C e máximas no verão alcançando 40°C), e pluviosidade anual média em torno de 1.700 mm (Alvares et al. 2013).

A área total do município é de 433,3 Km², sendo que a área urbana corresponde a 165,5 Km². A configuração urbana atual apresenta ocupações bastante espalhadas, sendo que a área construída da cidade é esparsa, com predomínio de casas com um pavimento, exceção feita ao centro de cidade e áreas próximas à Ponte da Amizade onde os edifícios se concentram. A paisagem do município apresenta duas peculiaridades, a presença do Parque Nacional do Iguaçu e do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu, considerada a maior usina do mundo em produção anual de energia. A economia do município se baseia na atividade turística, agricultura e comércio na região de fronteira com o Paraguai (Henz & Oliveira 2008). O município conta com uma população estimada em torno de 256.000 habitantes (IBGE, 2018), sendo que aproximadamente 12,5% desse total vivem na região da Vila C (PMFI, 2004).

Foram selecionadas dez hortas residenciais (Figura 1), de tamanhos variáveis, imersas na matriz urbana/ periurbana, na região da Vila C. A seleção das áreas se deu por conveniência, levando em conta o acesso e permissão dos proprietários. Um outro critério importante é que não foram selecionadas hortas em que havia sobreposição com jardins ornamentais.

A composição das hortas, exceto Horta 1, Horta 3 e Horta 4, o padrão das hortaliças cultivadas eram o mesmo. Neste trabalho não se realizou identificação das plantas cultivadas nas hortas, porém as plantas observadas e classificadas pelo senso comum eram Couve-Flor, Salsinha, Cebolinha Verde, Alface, Maracujá, Abóbora, Milho. As hortas H1 e H3 eram as mais pobres, comparadas com a diversidade de hortaliças das outras, presentes apenas algumas Cebolinhas, Pimenta e Alecrim.



Figura 1. Região Norte de Foz do Iguaçu, Pontos de coleta representados pelos pinos.
Fonte: Google Earth, 2019.

A área das hortas foi medida diretamente em campo com auxílio de trenas e fitas métricas. As informações sobre localização, tamanho e quantidade de pratos-armadilha (ver abaixo) utilizadas em cada horta aparecem na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Tabela de dados gerais das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR. Cód. = código de identificação da horta; Ta. = Tamanho/área; N = número total de armadilhas.

Cód.	Latitude	Longitude	Ta.(m²)	N
H1	-25,450362	-54,557578	20,00	60
H2	-25,445575	-54,560071	24,90	100
H3	-25,449608	-54,573963	16,80	40
H4	-25,446746	-54,574854	166,20	300
H5	-25,453903	-54,558744	39,00	120
H7	-25,454172	-54,577525	31,96	60
H8	-25,444434	-54,576916	38,50	90
H9	-25,444521	-54,576816	47,85	140
H10	-25,449158	-54,578657	27,72	80
H11	-25,444453	-54,565035	152,72	230

2.2 AMOSTRAGEM DAS ABELHAS

Foram realizadas cinco coletas em cada horta, durante os meses de março-maio e setembro de 2019. As coletas foram intercaladas, uma semana eram amostradas cinco hortas e na semana seguinte as demais, assim sucessivamente.

Para a amostragem das abelhas, utilizou-se o método de pratos-armadilha (*bowl traps* ou *pan traps*), baseada, com modificações, em Gonçalves & Oliveira (2013), Gonçalves et al. (2014) e Threlfall et al. (2015). Estas armadilhas consistem de pratos coloridos (azuis e amarelos) de ca. 15 cm de diâmetro e 320 ml. O uso dos pratos-armadilha passa pela premissa de que a cor é um atrativo central para as abelhas quando de suas visitas às flores (e.g. Leong & Thorp 1999). Uma grande vantagem dos pratos-armadilha é a possibilidade de controle do viés do coletor e a possibilidade de amostragem de várias áreas ao mesmo tempo (e.g. Krug & Alves-dos-Santos 2008). O interior de cada armadilha foi preenchido com uma solução diluída de água com detergente neutro, com intuito de quebrar a tensão superficial da água, o que impossibilita a fuga do inseto.

As armadilhas foram distribuídas em pares (um amarelo e um azul) ao longo de cada horta, sendo colocados quatro pares a cada 5 m² (cinco metros quadrados) de área, e respeitando-se uma distância mínima de dois metros entre cada par. Tal iniciativa, a ponderação do esforço pela área, visa a garantir uma amostragem proporcional à área da horta. Tal estratégia, com suas vantagens e desvantagens, essa vem sendo exaustivamente discutida na literatura ecológica (e.g. Schoereder et al. 2014). As armadilhas eram colocadas em campo no período da manhã de um dia e retirados no período da tarde do dia seguinte, permanecendo assim nas hortas por cerca de 28 horas a cada coleta (ca. 17 horas de sol). Utilizou-se um total de 1220 pratos (610 pares), em um esforço amostral total de 140 horas em cada horta.

O material coletado em campo foi individualizado em pequenos recipientes com álcool 70^o, classificados de acordo com o dia, a cor do prato e a horta de coleta, assim sendo levados ao laboratório para a triagem. As abelhas foram então separadas e montadas em alfinetes entomológicos, colocadas em estufa a 40°C em por dois dias, etiquetadas e depositadas na Coleção Entomológica da UNILA.

A identificação das abelhas foi realizada através das chaves de identificação para famílias, subfamílias e gêneros apresentadas em Silveira et al. (2002). A identificação em espécie foi realizada com o auxílio de chaves para grupos

particulares (e.g. Urban, 1998; 2008; Gonçalves, em preparação) e por consulta a especialistas (Dr. Fernando César Vieira Zanella, UNILA; Dra. Kelli dos Santos Ramos, MZUSP; Dr. Rodrigo Barbosa Gonçalves, UFPR). No caso dos dois últimos especialistas, a consulta foi feita através de fotos de estruturas relevantes.

2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A fim de verificar se o tamanho da horta afeta a estruturação das assembleias de abelhas no contexto analisado, foram delimitados três parâmetros como variáveis dependentes: (i) riqueza observada de espécies (número total de espécies amostrado em cada horta); (ii) diversidade alfa, medida através do índice de Shannon; no intuito de garantir que as espécies raras tenham um peso significativo no índice calculado para cada local (ver Melo, 2008); (iii) composição de espécies; como forma de medi-la, optou-se pelos escores do primeiro componente de uma análise de PCA (dados logaritmizados) como um valor de referência para a composição. A decisão pela PCA tem como base a expectativa de uma relação linear (ou pelo menos monotônica; ver Jolliffe, 2002) entre a variação da abundância e ocorrência das espécies e o possível gradiente.

As variáveis acima foram utilizadas em regressões lineares simples (OLS) tendo o tamanho das hortas como variável preditora. As variáveis "riqueza de espécies" e "tamanho das hortas" foram transformadas em logaritmos naturais ($\log x+1$). A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk, o mesmo também foi utilizado para checar a normalidade dos resíduos. Quando a normalidade dos dados não foi atingida nem após a transformação no logaritmo natural, optou-se pela realização de uma análise de correlação de Spearman (ρ). No caso da relação entre área e riqueza de espécies, a comparação entre os ajustes do modelo linear e de um modelo quadrático, o que poderia sugerir saturação (Gaston, 2000) nas assembleias de hortas maiores, foi realizada através dos valores de AIC (*Akaike information criterion*; Burnham & Anderson, 2002).

Para averiguar se o aninhamento é um padrão importante na variação da composição de espécies, calculou-se o valor de NODF (Almeida-Neto et al. 2008) da matriz de incidência, sendo comparado com os valores estimados em matrizes nulas (ver Gotelli, 1996) construídas a partir de um modelo de linhas fixas (respeitando

a capacidade suporte de cada horta) e colunas equiprováveis (as espécies poderiam aparecer em qualquer uma das hortas), com 999 aleatorizações.

As análises foram realizadas nos programas Past (Hammer et al., 2001), SAM 4.0 (Rangel et al., 2010) e Aninhado (Guimarães & Guimarães, 2006), e em todos os casos adotou-se um p-valor de 0,05 como critério de significância estatística.

3 RESULTADOS

Foram coletados 389 indivíduos distribuídos em 31 espécies de abelhas, pertencentes a 17 gêneros (Tabela 2), divididas em três famílias, sendo estas Andrenidae, Apidae e Halictidae. As famílias de Apoidea apresentaram a seguinte ordem de riqueza: Apidae (14 espécies) > Halictidae (13 espécies) > Andrenidae (4 espécies).

Os dados logaritmizados das áreas e da riqueza, apresentaram normalidade no Teste de Normalidade de Shapiro Wilk, assim como os resíduos das regressões.

O tamanho da área das hortas explica a riqueza de abelhas encontradas em cada uma delas, com uma relação linear, positiva e com ajuste significativo ($r= 0,816$; $r^2= 0,667$; $t= 4,006$; $p= 0,003$) (Figura 2). Portanto, quanto maior a área da horta, maior a riqueza de abelhas encontradas no local. Chama a atenção o fato que as Horta 4 e 11, as maiores hortas estudadas, também são aquelas onde os maiores valores de riqueza são encontrados. Ressalta-se que o modelo linear apresentou um ajuste superior ao modelo quadrático, o que descarta evidência de saturação das assembleias no caso estudado (modelo linear: AIC= 6,48; modelo quadrático: AIC= 10,75).

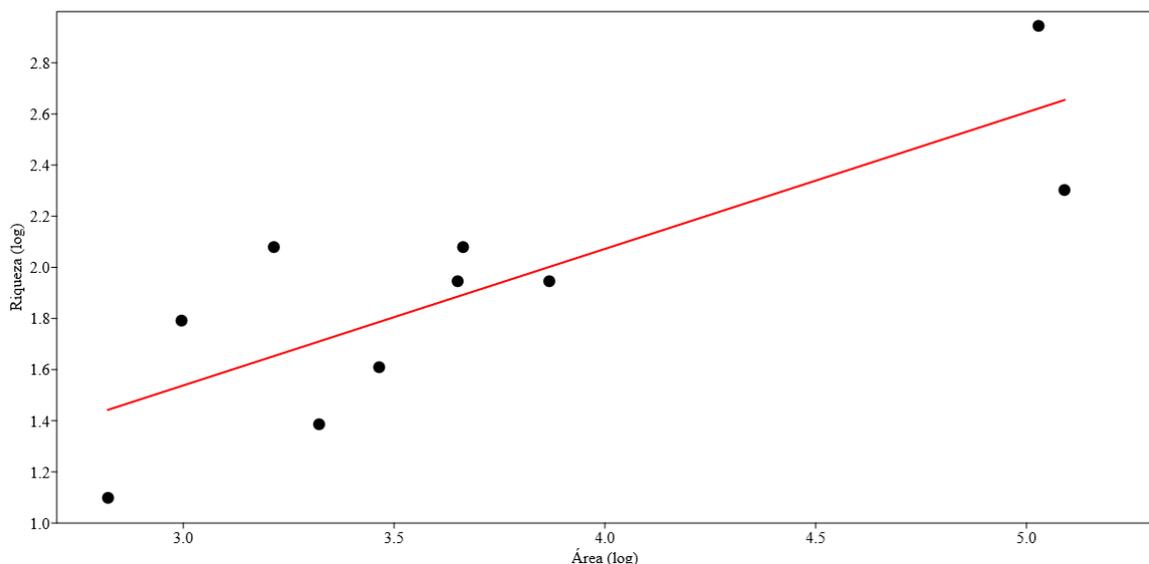


Figura 2 – Regressão linear simples da relação área – riqueza das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.

No entanto, a análise de regressão indica que o tamanho da horta não influencia a diversidade alfa encontrada em cada uma delas, Fig. 3 ($r=0,349$; $r^2= 0,122$; $t= 1,055$; $p= 0,3225$).

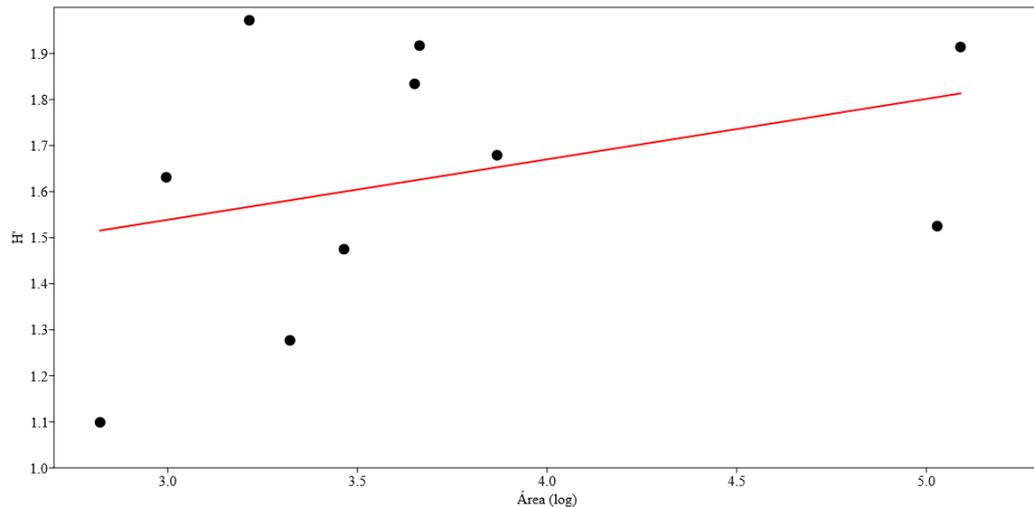


Figura 3 – Regressão linear simples da relação área – diversidade alfa das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.

Após uma Análise de Componentes Principais (PCA) (Tabela 3) para redução da dimensionalidade dos dados, os escores das áreas para PC1 (autovalor: 6,669; 66,56% de explicação da variância), observou-se que não há correlação entre o tamanho da horta e a variação na composição das assembleias ($\rho=0,29697$; $p= 0,4047$). A análise da Fig. 4 mostra que H11 apresentou um escore para PC1 bastante discrepante dos demais, o que desconstrói uma possibilidade de interpretação mais direta da variação na composição na forma de um gradiente relacionado ao tamanho.

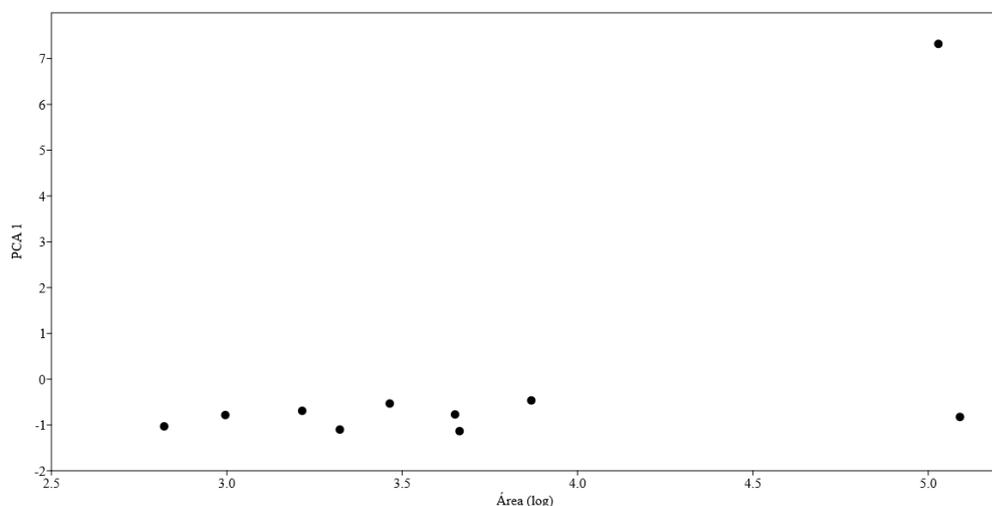


Figura 4 – PCA gradiente de composição de espécie das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR.

Ainda com relação à composição, a análise de aninhamento mostrou valores que suportam a existência de aninhamento na matriz de incidência ($NODF_{obs}=40,78$), quando se considera um modelo nulo de colunas fixas (hortas) e linhas equiprováveis (abelhas) $NODF_{sim}=33,61$; $P=0,005$. Isso mostra que as assembleias mais pobres em espécies são subconjuntos daquelas mais ricas.

<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Rhopitulus sp. 2</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tetragonisca fiebrigi</i> (Schwarz, 1938)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL:												389

Tabela 3 – Tabela de resultado da riqueza logaritimizada, análises estatísticas de Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e PCA das hortas amostradas no Município de Foz do Iguaçu-PR, 2019.

Hortas	Abundância	Riqueza	Riqueza (Log)	Diversidade (H')	Resíduos riqueza (Log)	Resíduos (H')	PCA_1
H1	14	6	1,791759	1,631	0,25589	0,09269	-0.7822
H2	11	8	2,079442	1,972	0,42654	0,40493	-0.68969
H3	3	3	1,098612	1,099	-0,34414	-0,41643	-1.0301
H4	23	10	2,302585	1,914	-0,35181	0,10085	-0.82366
H5	20	8	2,079442	1,917	0,18691	0,29105	-1.1337
H7	7	5	1,609438	1,475	-0,17678	-0,12482	-0.53095
H8	10	7	1,94591	1,834	0,060265	0,20974	-0.76969
H9	15	7	1,94591	1,679	-0,055849	0,026213	-0.46303
H10	7	4	1,386294	1,277	-0,32391	-0,30415	-1.0994
H11	281	19	2,944439	1,525	0,32287	-0,28008	7.3224

4 DISCUSSÃO

Conforme esperado, a variável tamanho da horta explicou a variação na riqueza de abelhas, em uma relação positiva. Entre as hortas analisadas, a Horta 11 possui maior área e a Horta 3 a menor, através delas, existe um gradiente de tamanho, do qual um extremo apresentou a menor riqueza, sendo este o da Horta 3, e o outro a maior, sendo este da Horta 11. Em vista que as hortas 11 e 4 apresentam métricas de seus tamanhos discrepantes em relação às demais, se observa o mesmo padrão crescente entre as unidades amostrais mais próximas, sendo estas as hortas H1, H2, H3, H5, H7, H8, H9 e H10, mostrando ser uma relação bem estabelecida neste modelo. No entanto, o tamanho da horta não apresentou relação positiva com a diversidade de abelhas, já que esta não aumenta com o tamanho da área. Da mesma forma, as análises não mostraram uma variação estruturada na composição com o aumento da área. Percebe-se, entretanto, que a composição da Horta 11 parece ser destoante em relação às demais (maior riqueza, principalmente). Por fim, as análises mostraram que existe um padrão de aninhamento na variação da composição das assembleias, nos dizendo que a composição das hortas menos ricas é um subconjunto da composição das hortas mais ricas, ou seja, espécies presentes em hortas de baixa riqueza, também estarão presentes nas de maior riqueza.

A fim de entender as razões de riqueza, diversidade, composição (principalmente o aninhamento), faz-se importante conhecer o método de coleta aplicado neste estudo. Os pratos-armadilhas são um método alternativo para coleta de abelhas, e tem sido considerado como menos eficientes comparados com as redes entomológicas, em termos de uma detecção mais adequada aos padrões de riqueza e composição das faunas (Cane et al. 2001). Entretanto, sugere-se que os pratos-armadilha sejam superiores que as redes em contextos onde poucas flores estejam disponíveis (Wilson et al. 2008), o que pode ser o caso de hortas residenciais, onde muitas plantas se encontram em fase de crescimento vegetativo. Uma das vantagens adicional deste método é a remoção do efeito do coletor (Krug & Alves-dos-Santos 2008) e a possibilidade de amostragem de vários locais ao mesmo tempo (Gonçalves & Oliveira, 2013), como aqui, onde dez hortas eram amostradas simultaneamente. Uma outra questão importante para se avaliar os resultados aqui encontrados, é que Gonçalves & Oliveira (2013), em um levantamento com pratos-armadilha em fragmentos florestais na região de Palotina, PR, encontraram uma riqueza de espécies

bastante comparável a das hortas aqui estudadas (coletaram 37 espécies em 16 gêneros).

Ainda que que o esforço amostral foi menor em número de armadilhas, foram cinco coletas de um dia cada, entre os meses de outubro e dezembro, época do ano em que se espera uma atividade máxima das abelhas da região (ver Gonçalves & Oliveira, 2013), os trabalhos não mostraram diferença discrepantes em relação a riqueza de espécies. Assim, se considera que o pool regional de espécies entre os dois trabalhos é bem comparável, parece razoável assumir ser um recorte aceitável da diversidade de abelhas da região, o que permite ter mais segurança nos padrões aqui encontrados. Não podemos deixar de lado que a frequência de *singletons* é enorme na maior parte dos levantamentos de artrópodes em áreas tropicais (e.g. Coddington et al., 2009), e que tais *singletons* ocorrem na região ao longo de quase todo ano (Margatto & Gonçalves, 2017). De uma forma geral, os inventários de abelhas chegam a recortes bastante parciais da diversidade geral nas faunas locais (Cure et al. 1991).

A diferença na riqueza de espécies raras nas hortas de diferentes tamanhos pode estar relacionada ao protocolo de amostragem proporcional que foi adotado (ver Hill et al., 1994). A diferença no esforço amostral entre hortas, ainda que proporcional ao tamanho, pode influenciar a probabilidade de detecção de espécies raras, de modo que a possibilidade de subamostragem nas menores hortas não pode ser totalmente descartada. (Schoereder et al., 2004). Entretanto, quando se considera que as hortas poderiam funcionar como locais de maior disponibilidade de recursos no contexto da matriz urbana (Matteson & Langellotto, 2010; Bertoncini et al. 2012; Caleb & Jamieson, 2019), e que a diferença de tamanho nas hortas possam atuar como fator regulador da qualidade de hábitat e da quantidade de recursos (e.g. Worthen et al. 1998), a variação na riqueza de espécies parece estar muito mais relacionada a esses aspectos.

A relação espécie-área é um dos padrões mais consistentes da ecologia, do qual expressa que o aumento do número de espécies, ou seja, a riqueza cresce positivamente com o aumento da área (Arrhenius, 1921; Scheiner, 2003; Begon et al. 2008; Cunha & Morais, 2010). Porém não se pode dizer que o aumento da riqueza é um reflexo apenas do tamanho da área, ele se dá por duas razões, das quais uma delas é que a chance de amostrar mais indivíduos e conseqüentemente encontrar mais espécies em áreas grandes, é maior que em áreas pequenas (Connor

& Mc Coy, 1979; Scheiner, 2003). A segunda razão é que o tamanho da área leva ao aumento da capacidade de suporte do local, além da heterogeneidade ambiental, visto que um ambiente heterogêneo pode abranger nichos distintos, fazendo com que um número maior de espécies coexistem no local (Scheiner, 2003; Drakare et al. 2006; Begon et al. 2008; Vidal, 2011).

Outro fator que também pode ser considerado para a explicação da riqueza e da densidade de espécies neste estudo, é a qualidade do ambiente urbano (Karuppanan et al. 2013). Assim, a riqueza da Horta 11, além do tamanho, também pode estar associada ao ambiente circundante da horta está, já que está parcialmente inserida em uma área de preservação permanente dentro da cidade (zonas ripárias). A riqueza de polinizadores também é influenciada pela presença de bosques, fragmentos florestais pequenos, dos quais tornam o ambiente mais permeável para estes, facilitando o movimento dos insetos e sua presença no local, tendendo a apresentar uma riqueza maior que as demais (Peruquetti et al. 1999; Schneider & Fry, 2001; Matteson & Langellotto, 2010).

Neste sentido, observamos que a riqueza da Horta 11 é composta pela grande maioria das espécies encontradas no trabalho, com exceção de poucas espécies. A abundância e riqueza predominante de abelhas encontradas nesta horta é da família Halictidae, seguida pela família Apidae. A família Halictidae é um grupo de abelhas comum de ambientes mais restritos, tendendo a uma representatividade maior em ambientes menos perturbados (Agostini & Sazima, 2003; Schwartz, 1999; Parini & Cortopassi-Laurino, 1993).

Já para o grupo das Apidae, esta possui espécies comuns em todos os lugares, inclusive em áreas urbanas, devida a sua atração por fonte de açúcares, sendo comum sua presença em jardins, lanchonetes e etc (Pirani & Cortopassi-Laurino, 1993; Agostini & Sazima, 2003;). Com isso, podemos supor que a maior riqueza na Horta 11, com representantes destas duas famílias, está relacionada ao fato de que, além da área maior, ela provê ambientes propícios para estes grupos (qualidade do hábitat).

No caso das hortas pequenas, onde a riqueza e até mesmo a abundância é menor, pode se explicar devido, além do tamanho, Às áreas pequenas e cercadas por uma matriz adversa, onde as relações com as demais assembleias podem ser interrompidas (verdadeiras ilhas), comportando populações menores,

sendo mais propensas a extinções locais comparada com as áreas maiores (Connor & Mc Coy, 1979; Van Noordwijk et al. 2015).

Por outro lado, mesmo que o resultado da nossa regressão para esta relação espécie-área se mostrou positivo, observamos no gráfico apresentado anteriormente (Figura 2) os resíduos desta análise. Os resíduos refletem a diferença entre os valores observados e os valores preditos pelo ajuste da regressão. Podemos tentar explicar esses pontos fora da reta com alguns fatores externos observados. Os tratamentos culturais nas Hortas H5, H10 inclui a utilização de inseticidas. As abelhas carecem que os recursos providos de suas coletas (polén, néctar, água, resina) sejam livres de contaminantes, incluindo venenos e agrotóxicos, já que estes atuam diretamente em seu sistema nervoso, consequentemente causando sua morte (Chambó et al. 2010). Esta prática causa um declínio da biodiversidade de insetos, podendo ser um reflexo dos resíduos (riqueza mais baixa que a predita pelo modelo) encontrados para estas hortas.

Da mesma forma, a Horta 8, situada próxima à Horta 9, ambas se encontram próximas a um bosque, apresentam a mesma riqueza de espécies e composição semelhante, das quais são predominantes da Família Halictidae. Percebe-se, porém, que a H8 é relativamente menor que a H9, refletindo em um resíduo discrepante em relação ao valor predito pelo ajuste. Como dito anteriormente, os Halictidae são comuns em ambientes menos perturbados, visto que as hortas H8 e H9 situam-se próximo a um bosque, podendo essa ser uma explicação para a semelhança entre as duas.

Em contrapartida, a Horta 4 possui tamanho ligeiramente maior que a Horta 11, no entanto, a H4 apresentou uma riqueza inferior a H11. Neste sentido, podemos atribuir essa diferença nas riquezas ao cenário que circunda a H4, a mesma se encontra distante de bosques e fragmentos. Melo e colaboradores (2006) realizaram um estudo que compara a riqueza e abundância de abelhas ao longo de um gradiente de urbanização, concluindo que com o avanço desta, a riqueza e abundância de abelhas apresentaram perdas significativas, podendo então associar a menor riqueza da H4 a paisagem em que ela se encontra. Ademais, a composição das plantas cultivadas em ambas as hortas era distinta, a H11 apresentava uma heterogeneidade de espécies de hortaliças comparada com a H4, que geralmente era homogênea onde a área frequentemente era dominada por uma espécie de hortaliça. Uma vez que a riqueza de espécies de plantas também é um importante preditor para

a riqueza de espécies de polinizadores (Bräuniger et al. 2010), essa diferença na diversidade de hortaliças pode ser um fator que influenciou na diferença da riqueza das espécies de abelhas nestas hortas.

Estas explicações referentes aos resíduos, também podem ser levadas em consideração para tentar entender a relação entre área e diversidade. De acordo com nossas análises, a área e a diversidade não apresentaram uma relação significativa, ou seja, o tamanho da área não explicou a variação na diversidade alfa. Dessa forma, mesmo que se saiba que os insetos são o grupo mais diverso, não há concordância na nos fatores estruturadores de sua diversidade nas diferentes escalas (Finlay et al. 2006).

A definição quantitativa da diversidade inclui aspectos de riqueza e abundância relativa de espécies (Barros, 2007). A diversidade alfa, também chamada de diversidade local, condiz com a diversidade presente em um habitat ou comunidade, neste caso as hortas (Barros, 2007). Em ambientes tropicais o número elevado de espécies apresenta uma distribuição desigual, porém, da qual poucas espécies possuem muitos indivíduos e um alto número de espécies contendo poucos indivíduos, sendo estas consideradas raras (Felfili & Felfili, 2001).

Nas comunidades animais, a abundância relativa de uma espécie pode indicar a sua relevância no ecossistema (Schwartz, 1999). Neste sentido espécies predominantes podem proporcionar uma baixa equitabilidade nas amostras, sendo este o caso de *Dialictus opacus* e *Pereirapis semiaurata*, logo, estas espécies numerosas criam padrões discrepantes, sendo um padrão comum dentre os Apoidea desde espécies muito abundantes podendo ocorrer em mais de 50% das amostras (Schwartz, 1999). A partir dos levantamentos de abelhas já realizados, sabe-se que as espécies predominantes e sua abundância relativa divergem de local para local em uma mesma região biogeográfica (Cure et al. 1990).

Algumas abelhas são sensíveis a urbanização, p. ex. as abelhas do gênero *Dialictus*, que são afetadas negativamente por este processo (Caleb & Jamieson, 2019). Algumas das espécies de *Dialictus*, só estiveram presentes na Horta 11, estas possuem uma abundância relativa alta, tornando então a H11 com uma baixa equitabilidade, conseqüentemente influenciando na diversidade.

Mesmo que evitadas hortas com sobreposição a jardins ornamentais, é inevitável o contato das abelhas com os recursos florais da região circundante as hortas, devida à sua capacidade de voo, podendo aumentar a diversidade nessas

áreas (Fortel et al. 2014). As hortas situadas dentro da matriz urbana, isoladas de bosques e fragmentos verdes, apresentaram uma diversidade maior que a Horta 11. Mesmo que a urbanização influencie negativamente algumas espécies, a mesma pode ser benéfica para outras, devido à diversidade de recursos florais ornamentais que se encontram, e este está associado positivamente a diversidade de abelhas (Caleb & Jamieson, 2019).

Visto que a diversidade está intrinsecamente relacionada com a composição, esta última também não apresentou variação estruturada pelo tamanho da horta. O que faz sentido, dado que o tamanho da área não influenciou na diversidade, conseqüentemente o tamanho também não explicaria o fato de uma espécie estar ou não em um determinado local. A heterogeneidade do local, p. ex. a diversidade floral, e as armadilhas coloridas, podem ser variáveis que explicariam melhor a composição (Caleb & Jamieson, 2019; Fortel et al. 2014).

Reconhecer padrões biológicos em comunidades é um dos mais antigos desafios da ecologia, o aninhamento é um desses padrões espaciais de organização. As hortas apresentaram um padrão aninhado na variação da composição das assembleias, isso quer dizer as espécies de locais menos ricos, também estão contidas nos locais mais ricos. O aninhamento em assembleias pode ser estabelecido a partir de diferenças nas características das comunidades, como isolamento, área, qualidade e aninhamento de habitats (Gomes, 2014). Alguns dos mecanismos do aninhamento podem ser encontrados nos padrões das hortas estudadas. Um deles como já dito é a amostragem passiva, proporcionando uma probabilidade maior das espécies abundantes serem capturadas, subsequente as menos abundantes. O que é o caso desse estudo, onde espécies muito comuns apresentaram uma abundância maior que as demais, como p. ex. *Dialictus opacus* e *Pereirapis semiaurata*. Outro mecanismo é o aninhamento dos habitats, se os mesmos apresentam características em comum, tendem a serem aninhados, o que é o caso das hortas urbanas que comumente apresentam composição de hortaliças similares. E por fim a área do habitat, no sentido de que áreas maiores possuem taxas de extinção menores comparadas com as áreas menores, reduzindo a competição intraespecífica e conseqüentemente restando as melhores competidoras (Gomes, 2014). Neste sentido, o gradiente de tamanho das hortas pode influenciar fortemente a dinâmica do aninhamento. Por fim, é um resultado que é consistente com a variação

na riqueza de espécies pela área das hortas, tendo em vista que o aninhamento mostra que a variação na composição se dá basicamente pela variação na riqueza.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contribuiu para melhor entendermos a influência de hortas urbanas sobre as abelhas. Mostrado que hortas se fazem como um bom método de conservação de polinizadores e na mitigação do declínio destes, em uma escala pequena e executável pela população.

As hortas exibiram um potencial de manutenção da biodiversidade dentro das matrizes urbanas, contendo uma riqueza significativa de abelhas nativas. Agregando também para o conhecimento de possíveis novas espécies para o gênero *Rhophitulus* (K.S. Ramos, comunicação pessoal), além do único registro da espécie *Sphecodes* cfr. *variabilis* Schrottky, 1906 para essa região (registro mais ao oeste no Brasil).

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K. & SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**. v. 62(3), p. 335–343, 2003.
- ALMEIDA-NETO M. et al. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and quantification. **Oikos** 117: 1227- 1239 .
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ALVES, S. et al. 2007. História natural das abelhas coletoras de óleo. **O ecologia Brasiliensis**, 11.4: 544-557.
- AMORIN, R. R. **Urbanização como fator de distribuição da avifauna em Curitiba**, Paraná, Brasil. Monografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 61, 2015.
- ARBOS, K. A. et al. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30 (1), p. 215-220, 2010.
- ARRHENIUS, O. Species and Area. **Journal of Ecology**, v. 9, p. 95- 99, 1921.
- BARROS, R. SM. Medidas de diversidade biológica. Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora. 2007.
- BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed Editora, 2010.
- Bertoncini, A. P. et al. (2012). Local gardening practices shape urban lawn floristic communities. **Landscape and Urban Planning**, 105(1-2),53-61.
- BRÄUNIGER, C. et al. Testing taxonomic and landscape surrogates for biodiversity in an urban setting. **Landscape and Urban Planning**, v. 97(4), p. 283-295, 2010.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research*, v. 33, p.261–304, 2004.
- Cabral, M. et al. 2012. O índice de biodiversidade nas cidades como ferramenta para gestão: o caso da cidade de Lisboa. **Ecologia**, Volume 6, pp. 63-72.
- CANE, J. H. & TEPEDINO, V. J. Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: detection, evidence, and consequences. **Conservation Ecology**, v.5(1), p. 1-10, 2001.
- CARDOSO, M. C. & GONÇALVES, R. B. Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. **Urban Ecosystems**, v.21(5), p. 943-949, 2018.
- CODDINGTON, J.A. Undersampling bias: the null hypothesis for sigleton species in tropical arthropod survey. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, p. 573-584, 2009.
- CONNOR, E. F. & MCCOY, E. D. The statistics and biology of the species-area relationship. **The American Naturalist**, v. 113(6), p. 791-833, 1979.

- CROCI, S. et al. Does urbanization filter birds on the basis of their biological traits. **The Condor**, v. 110(2), p. 223-240, 2008.
- CRUZ, D. de. O. & CAMPOS, L.A.de.O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 15(1-4), p. 5-10, 2009.
- CUNHA, H.F. & MORAIS, P.P.A.M. Relação Espécie-Área em Cupinzeiros de Pastagem, Goiânia-GO, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 3(3), p. 60- 63, 2010.
- CURE, J. R. et al. (1990). Influência do tamanho da amostra na estimativa da riqueza em espécies em levantamentos de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia**, 7(1-2), 101-110.
- DECHECHI CHAMBÓ, E. et al. Aplicação de inseticida e seus impactos sobre a visitação de abelhas (*Apis mellifera* L.) no girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5(1), p. 37-42, 2010.
- DOMICIANO, M. F. I. et al. Projeto Hortas urbanas promovendo saúde e bem estar social. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13(1), p. 1-5, 2018.
- DOOREN, G. S. et al. 2013. Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture. **Journal of Applied Ecology**, pp. 355-364.
- DRAKARE, S. et al. The imprint of the geographical, evolutionary and ecological context on species–area relationships. **Ecology letters**, v. 9(2), p. 215-227, 2006.
- ENGEL, M. S. Classificação da tribo de abelhas Augochlorini (Hymenoptera):
- FELFILI, M. C. & FELFILI, J. M. Diversidade alfa e beta no cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 15(2), p. 243-254, 2001.
- FERREIRA, C. M. M. Efeitos da urbanização sobre a riqueza e composição das comunidades de morcegos em fragmentos florestais de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Monografia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, p. 38, 2010.
- FILKOBSKI, I., ROFÈ, Y. & TAL, A., 2016. Community gardens in Israel: characteristics and perceived functions. **Urban Forestry & Urban Greening**, Volume 17, p. 148-157.
- FINLAY, B.J. et al. Padrões da natureza auto-similares: diversidade de insetos nas escalas local e global. **Anais da Royal Society B: Biological Sciences**, v. 273, p. 1935-1941, 2006.
- FORTEL, L. et al. Decreasing abundance, increasing diversity and changing structure of the wild bee community (Hymenoptera: Anthophila) along an urbanization gradient. **PloS one**, v. 9(8), p. 1-12, 2014.
- GARBUZOV, M., & RATNIEKS, F. L. Quantifying variation among garden plants in attractiveness to bees and other flower-visiting insects. **Functional Ecology**, v. 28(2), p. 364-374, 2014.
- GASTON, K.J. Global patterns in biodiversity. **Nature**. v. 405, p. 220-227, 2000
- GODDARD, M. A. et al. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. **Trends in ecology & evolution**, v. 25(2), p. 90-98, 2010.

GODFRAY, H. Charles J., et al. O futuro do sistema alimentar global. 2010.

GOMES, C. R. C. et. al 2014. Aninhamento em comunidades: padrões e processos subjacentes.

GONÇALVES, R. B. & OLIVEIRA, P. S. Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. **Journal of Insect Biodiversity**, p. 1-9, 2013.

GONÇALVES, R. B. et al. Bee and wasp responses to a fragmented landscape in southern Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v. 18, p. 1193-1201, 2014.

GONÇALVES, R. et al. Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. **Journal of Insect Biodiversity**, v. 1(2), p. 1-9, 2013.

GOTELLI, Nicholas J.; ELLISON, Aaron M. **Princípios de estatística em ecologia**. Artmed Editora, 2016.

GRIMM, N. B. et al. The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 6(5), p. 264-272, 2008.

Halictidae). **Boletim do Museu Americano de História Natural**. v. 250, p. 1-89, 2000.

HALL, D. M. et al. The city as a refuge for insect pollinators. **Conservation Biology**, v. 31(1), p. 24-29, 2017.

Hammer, Ø., Harper, DAT, Ryan, PD 2001. PAST: Pacote de software de estatísticas paleontológicas para educação e análise de dados . *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

HENZ, A. P.; OLIVEIRA, J. P. A paisagem como um potencial turístico de Foz do Iguaçu: um estudo exploratório da paisagem do Parque Nacional do Iguaçu e da Usina Hidrelétrica de Itaipu. **Turismo: Visão e Ação**, v. 12 (2), p. 172-183, 2010.

HERNANDEZ, J. L. et al. Ecology of urban bees: a review of current knowledge and directions for future study. **Cities and the Environment (CATE)**, v. 2(1), p. 3, 2009.

HILL, J.L. et al. The effect of sampling on the species-area curve. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 4, p. 97-106, 1994.

Huang, Y., Zhao, Y., Li, S. & Gadow, K. v., 2015. The effects of habitat area, vegetation structure and insect richness on breeding bird populations in Beijing urban parks. *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 14, p. 1027–1039.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf>. Acesso em: 3 de dezembro de 2019.

ICMBio Instituto Chico Mendes – MMA. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2019.

JAMIESON, M. A. et al. Os vieses geográficos na pesquisa das abelhas limitam o entendimento da distribuição das espécies e a resposta a distúrbios antropogênicos. *Frente. Ecol. Evol.* 7: 194. doi: 10.3389 / fevo , 2019.

KARUPPANNAN, S. et al. 2013. Urban green space and urban biodiversity: Kuala Lumpur, Malaysia. **Journal of Sustainable Development**, 7(1), pp. 1-15.

KRUG, C. & ALVES-DOS-SANTOS, I. The use of different methods to sample the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea), a study in the mixed temperate rainforest in Santa Catarina State. **Neotropical entomology**, v. 37(3), p. 265-278, 2008.

LEPCZYK, C. A. et al. Biodiversity in the city: fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. **BioScience**, v. 67(9), p. 799-807, 2017.

LÓPEZ-URIBE, M. M. et al. Nest suitability, fine-scale population structure and male-mediated dispersal of a solitary ground nesting bee in an urban landscape. **PloS one**, v. 10(5), 2015.

MARGATTO, C. & Gonçalves, R. Different sampling intervals for bowl trapping survey of Aculeata (Hymenoptera) in a semideciduous seasonal forest fragment. **Acta Biológica Catarinense**, v. 4, p. 5-12, 2017.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira**. Banco Mundial – Brasília: julho, 2003.

MATTESON, K.C. & LANGELLOTTO, G.A. Determinates of inner city butterfly and bee species richness. **Urban Ecosystem**, v. 13(3), p.333-347, 2010.

MATTHIES, S. A. et al. Determinants of species richness within and across taxonomic groups in urban green spaces. **Urban Ecosystems**, v. 20(4), p. 897-909, 2017.

MC ARTHUR, R. H. E. O. Willson. The theory of island biogeography. 1967.

MCKINNEY, M. L. Urbanization, Biodiversity, and Conservation The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. **Bioscience**, v. 52(10), p. 883-890, 2002.

MCKINNEY, M.L. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. **Urban Ecosystems**, v. 11(2), p. 161-176, 2008.

MELO, G. A. R. et al. Alterações de longo prazo na estrutura de assembleias de abelhas: conhecimento atual e perspectivas. In: **VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS**, 2006, Ribeirão Preto/SP. VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS.

PÉRICO, E. et al. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**, v. 12, 2005.

PERUQUETTI, R. C. et al. (1999). Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(Supl 2), 101-118.

PINHEIRO, M. et al. **Biologia da Polinização**: Polinização por abelhas. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2015. 205-234 p.

PIRANI, J.R. & CORTOPASSI-LAURINO, M. **Flores e abelhas em São Paulo**. 1 Ed. São Paulo: Edusp, 1993.

PMFI – Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Disponível em: <<http://www.pmfi.pr.gov.br/Portal/VisualizaObj.aspx?IDObj=113>>. Acesso em: 3 dezembro de 2019.

RAMALHO, A. V. et al. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53(1), p. 95-101, 2009.

RANGEL et al. Nest-site defense by competing honey bee swarms during house-hunting. **Ethology**, v. 116, p. 608-618, 2010.

REBELE, F. Urban ecology and special features of urban ecosystems. **Global ecology and biogeography letters**, p. 173-187, 1994.

SAMNEGÅRD, U. et al. Gardens benefit bees and enhance pollination in intensively managed farmland. **Biological Conservation**, v. 144(11), p. 2602-2606, 2011.

SAVARD, J. P. L. et al. Biodiversity concepts and urban ecosystems. **Landscape and urban planning**, v. 48(3-4), p. 131-142, 2000.

SCHEINER, S.M. Seis tipos de curvas espécie-área. **Ecologia e biogeografia globais**. v. 12(6), p. 441-447, 2003.

SCHNEIDER, C. & FRY, G. LA. The influence of landscape grain size on butterfly diversity in grasslands. **Journal of Insect Conservation**, v. 5 (3), p. 163-171, 2001.

SCHOEREDER, J.H. et al. Por que a riqueza de espécies de insetos é menor em fragmentos menores? Processos locais e regionais. *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. **Expressão Gráfica e Editora**, Fortaleza, p. 31-36, 2004.

SCHWARTZ, D.L. A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos. **Acta Biológica Paranaense**, v. 28, p. 18-101, 1999.

Silveira, F. A., Melo, G. A., & Almeida, E. A. (2002). Abelhas brasileiras. **Sistemática e Identificação**. *Fundação Araucária, Belo Horizonte*, 253.

THREFALL, C. et al. The conservation value of urban green space habitats for Australian native bee communities. **Biological Conservation**, v. 187, p. 240-248, 2015.

TSCHARNTKE, T. et al. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. **Biological conservation**, v. 151(1), p. 53-59, 2012.

URBAN, D. Espécies novas de Anthrenoides Ducke (Hymenoptera, Apidae, Andreninae) do Rio Grande do Sul e notas descritivas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52(4), p. 575-587, 2008.

- URBAN, D. New species of *Melissoptila* Holmberg from South America and taxonomic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista brasileira de Zoologia**, v. 15(1), p. 01-46, 1998.
- VAN NOORDWIJK, C.G.E. et al. Species–area relationships are modulated by trophic rank, habitat affinity, and dispersal ability. *Ecology*, v. 96(2), p. 518-531, 2015.
- VIANA, V. M., & PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12(32), p. 25-42, 1998.
- VIDAL, M. M. A presença de predadores influencia a relação espécie-área em comunidades de tanques da bromélia *Aechmea nudicaulis*?. Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado & PIKL Prado, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 1-5, 2011.
- WILSON, C.J. & JAMIESON, M.A. The effects of urbanization on bee communities depends on floral resource availability and bee functional traits. **PLoS ONE**, v,14(12), p. 1-18, 2019.
- WILSON, J.S. et al. Sampling bee communities (Hymenoptera: Apiformes) in a desert landscapes: are pan traps sufficient? **Journal of Kansas Entomological Society**, v. 81, p. 288–300, 2008.
- Worthen, W. B., M. T. JONES & R. M. J. 1998. Community structure and environmental stress: desiccation promotes nestedness in mycophagous fly communities. **Oikos** 81:45–54.
- ZANETTE, L. R. S. et al. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. **Landscape and Urban Planning**, v. 71(2-4), p. 105-121, 2005.