



Interação planta-polinizador em praças públicas da cidade de Morretes (Paraná)

Emerson Luís Pawoski da Silva^{1*}, Everaldo dos Santos², Emerson Luis Tonetti³

¹Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Instituto Federal do Paraná, Brasil. (*Autor correspondente: em.pawoski@gmail.com)

²Doutor em Engenharia Florestal, Instituto Federal do Paraná, Brasil.

³Doutor em Geografia, Instituto Federal do Paraná, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 06/06/2020 – Revisado em: 29/06/2020 – Aceito em: 04/07/2020

RESUMO

A natureza e a sociedade configuram juntas o ambiente. Os bens e serviços que a sociedade utiliza da natureza são chamadas de serviços ecossistêmicos, e a sociedade atua sobre a natureza através de técnicas e objetos que transformam a mesma como aponta área da ecologia urbana. A ecologia urbana entende as cidades como espaços compartilhados por sociedade e natureza. O serviço ecossistêmico da polinização por abelhas é bastante influenciado pelas áreas vegetadas que fornecem recurso alimentar aos polinizadores e também servem de corredores entre as áreas de cultivo. Na cidade de Morretes no litoral do Paraná são produzidos os frutos goiaba, laranja, limão, maracujá, tangerina e tomate. Esse estudo teve como objetivo verificar e demonstrar a relação entre a flora urbana e abelhas nas praças públicas da macrozona urbana de Morretes. Foram avaliadas as dependências das espécies de abelhas em relação às praças para projetar essas influências sobre a produção de frutos. Identificou-se as abelhas *Apis mellifera*, *Augochlora* sp., *Augochloropsis* sp., *Eulaema nigrita*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa frontalis* nas praças públicas. Essas espécies de abelhas apresentam relação com a flora das praças públicas da cidade, havendo casos de dependência para *Eulaema nigrita* e *Xylocopa frontalis*.

Palavras-Chaves: Abelhas, Natureza, Urbano.

Plant-pollinator interaction in public squares of the city of Morretes (Brazil)

ABSTRACT

Nature and society form the environment. The goods and services that society uses from nature are called ecosystem services. The urban ecology indicates that society acts over nature through techniques and objects that transform it. Urban ecology presents cities as spaces shared by society and nature. The ecosystem service of bee pollination is greatly influenced by vegetated areas. Those areas supports pollinators with food resources and as corridors between cultivation areas. In the city of Morretes on the coast of Paraná, guava, orange, lemon, passion fruit, tangerine and tomato are produced. This study aimed to verify and demonstrate the relation between the urban flora and bees in public squares in the urban macrozone of Morretes. The dependencies of bee species in relation to squares were evaluated to project these influences in fruit production. The bees *Apis mellifera*, *Augochlora* sp., *Augochloropsis* sp., *Eulaema nigrita*, *Tetragonisca angustula*, *Trigona spinipes* and *Xylocopa frontalis* were identified in public squares. Those bees presents relation with flora of the public squares of the city. Cases of dependence were related to the species *Eulaema nigrita* and *Xylocopa frontalis*.

Keywords: Bees, Nature, Urban.

1. Introdução

Os serviços ecossistêmicos são os bens e funções originados pela natureza e utilizados pela sociedade. Esses serviços incluem ar, água, solo, matéria-prima e até a polinização (Costanza et al., 1997). O gerenciamento adequado dos serviços ecossistêmicos resulta do planejamento ambiental (Frovolá, 2019). Considerando o ambiente como a combinação de sociedade e natureza (Bertrand e Bertrand, 2014), os serviços ecossistêmicos são processos que beneficiam esses dois componentes. A qualidade do ar, da água e do solo, por exemplo, é utilizada por sociedade e natureza. As relações entre sociedade e natureza podem ser benéficas ou prejudiciais e dependem da dinâmica que ocorre entre elas (Monteiro, 2001). No Brasil, um país com grande

Silva, E.L.P., Santos, E, Tonetti, E.L. (2020). Interação planta-polinizador em praças públicas da cidade de Morretes (Paraná). *Meio Ambiente (Brasil)*, v.2, n.3, p.21-42.



parte da atividade econômica ligada à produção de frutas, o conhecimento sobre insetos polinizadores é relativamente baixo comparado aos países europeus (Marques et al., 2017). Geralmente, as pesquisas de polinização estudam os tipos de flores preferidos por certos polinizadores, e apontam que a preferência das abelhas é por flores com plataformas de pouso e com cores ultravioletas (Gonçalves e Lorenzi, 2011).

A ecologia urbana é uma ciência que verifica as relações entre sociedade e natureza, por meio de estudos físicos e biológicos (Angeletto, 2008). Adler e Tanner (2013) descrevem que as cidades diferem de outros ambientes porque consomem mais recursos naturais. O estabelecimento da sustentabilidade e da gestão da qualidade da sociedade humana no ambiente são obtidos com pesquisas sobre biodiversidade, gestão urbana, construções seguras e resilientes. Somente a diversidade de plantas, por exemplo, está ligada à regulação das chuvas, purificação do ar e ilhas de calor (Gandy, 2015). Para o gerenciamento adequado dos serviços ecossistêmicos é necessário identificar, categorizar e comparar os elementos do ambiente observado com as normas de uso e ocupação da terra (Gouvêa e Tonetti, 2017). Os estudos de ecologia urbana proporcionam bem-estar humano através da sustentabilidade, manutenção de serviços ecossistêmicos, integração entre elementos da sociedade e da natureza (Wu, 2014).

O serviço ecossistêmico de polinização pode ser pesquisado por meio do estudo de pólenes presentes no corpo dos polinizadores, o que requer equipamentos e reagentes, ou através de técnicas como a observação da rede de interações mutualísticas entre plantas e polinizadores (Dafni, 1992). Essas informações são ajustadas em matrizes (Figura 1), com animais nas linhas, plantas nas colunas e interações nas células. Nas matrizes são indicadas a ocorrência de interações (matrizes qualitativas), marcando o caractere 1 para quando ocorre e o caractere 0 para quando não ocorre interação, ou o número de interações (matrizes quantitativas). Nos estudos de polinização, conectividade, ou porcentagem de interações, representa a estabilidade da rede, onde valores mais altos representam que na ausência de algum polinizador ou planta, outra espécie com a qual esse interage seria pouco prejudicada (Cullen-Junior et al., 2004, Vasquez et al., 2009).

Figura 1 – Matrizes para redes de interações mutualísticas.

A								B							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
A1	1	1	1	1	1	1	1	A1	56	21	7	7	3	5	1
A2	1	1	1	0	1	1	0	A2	8	5	2	0	4	2	0
A3	1	1	1	1	1	0	0	A3	5	9	3	3	2	0	0
A4	1	1	1	0	0	0	0	A4	3	3	3	0	0	0	0
A5	1	1	0	0	0	0	0	A5	2	1	0	0	0	0	0

Legenda: A Matriz binária ou qualitativa; B Matriz quantitativa.

Fonte: Adaptado de Rech et al., (2014).

Se essas interações forem traduzidas como espécies e suas intensidades como ocorrência, elas podem ser avaliadas por índices como: (a) Índices de diversidade (Dormann, 2011; Garibaldi et al., 2015), onde é possível comparar a diversidade de interações entre duas áreas semelhantes; (b) Índice de especialização de Kullback-Leibler para inferir se uma espécie na rede é mais dependente de um tipo de interação ou se é mais generalista; e (c) grau para verificar o total de tipos de interações realizadas por uma espécie (Ribeiro, Souza & Varassin, 2018). Em redes de polinização maiores e mais diversas, espécies especializadas são menos

frequentes e espécies generalistas são mais comuns (Rech et al., 2014). Os graus de abelhas e plantas das interações podem inferir a dependência de certas espécies. O Índice de Correlação de Pearson (Tabela 1) expressa valores que indicam níveis de relações e pode haver valores positivos, onde representam dependência, ou negativos, de aversão entre espécies.

Tabela 1 –Tipos de relação observados pelo Índice de Correlação de Pearson.

Índice de Correlação	Significado
Acima de 0,9	Muito forte
0,7 – 0,9	Forte
0,5 – 0,7	Moderada
0,3 – 0,5	Fraca
0,0 – 0,3	Muito fraca

Fonte: Mukaka (2012).

A diversidade de abelhas polinizadoras diminui em 30% e 50% nas distâncias respectivas de 1,0 e 1,5 quilômetros entre espaços com flores, e a mais de 0,5 quilômetros a frequência de visitação é reduzida para 50%. As abelhas sem ferrão, por exemplo, viajam menos de um quilômetro de distância de suas colmeias (Alves, 2015). O desaparecimento dessa fauna é um problema para o cultivo de tomate, laranja e urucum, onde são os principais polinizadores. Giannini et al. (2017) indicam que maracujá e tomate dependem de um número limitado de polinizadores, estimado em até 26 espécies, enquanto o feijão e a tangerina são mais generalistas.

As causas da perda de abelhas polinizadoras incluem a redução da fonte de alimento, uso de inseticidas nas plantações e perda de habitat devido ao desmatamento, monoculturas e expansão urbana (Costa e Oliveira, 2013, Barbosa et al., 2017), doenças e competição com outros visitantes florais (Roubik, 1995).

Os contaminantes presentes nos inseticidas, mesmo os testados para não eliminar as abelhas, alteram o senso de direção e a memória da referência espacial dos recursos florais (Imhoof e Lieckfeld, 2014). Os aspectos físicos e biológicos do ambiente interferem em toda a cadeia de eventos locais. A substituição de áreas verdes e rurais por áreas urbanas reduz a prestação de serviços ecossistêmicos (Cumming et al., 2014, Ricárdez, 2019). As visitas florais dos polinizadores são mais frequentes em flores com maior quantidade de recursos alimentares como pólen, néctar, óleo e resina, e não há preferência entre flores nativas ou exóticas (Garibaldi et al., 2015, Harrison e Winfree, 2015). Hall et al. (2017) apresentam que existe uma maior diversidade de abelhas nas áreas urbanas em comparação às áreas rurais e naturais, porque a diversidade de plantas a serem visitadas é maior e há pouca emissão de inseticidas. Outro aspecto importante é a existência e proximidade entre jardins, quintais e praças nas cidades, o que reduz o esforço de voo dos polinizadores (Garibaldi et al., 2015, Hall et al., 2017). Esse processo também auxilia a produção de frutos pela proximidade entre jardins urbanos e áreas agrícolas (Imhoof e Lieckfeld, 2014) e, portanto, o serviço ecossistêmico de polinização (Melathopoulos, Cutler & Tyedmers, 2015).

A produção de frutas é uma atividade muito importante nas cidades Antonina, Guaraqueçaba e Morretes, no litoral sul do Brasil (Cunico, 2016). Os sistemas agrícolas dessas cidades são predominantemente familiares e seus cultivos de valor comercial (Biassio e Silva, 2015) são bananas, mandioca, cana, milho, arroz, maracujá, feijão, tomate, tangerina e palmito. (Cunico, 2016). A cidade de Morretes possui 685 km² (Bastarz e Biondi, 2011) e parte de seu território é destinada à produção agrícola, que inclui frutos de tomate, maracujá, laranja, tangerina, limão e goiaba (Cunico, 2016). A produção de frutas é de 1,2 kg/ km² (Cunico, 2016). Esses cultivos, juntos, geram na cidade de Morretes aproximadamente R\$ 7,2 milhões anualmente e correspondem à 3% do Produto Interno Bruto (PIB) da cidade. Em Morretes, os espaços de uso público, não pavimentados e com

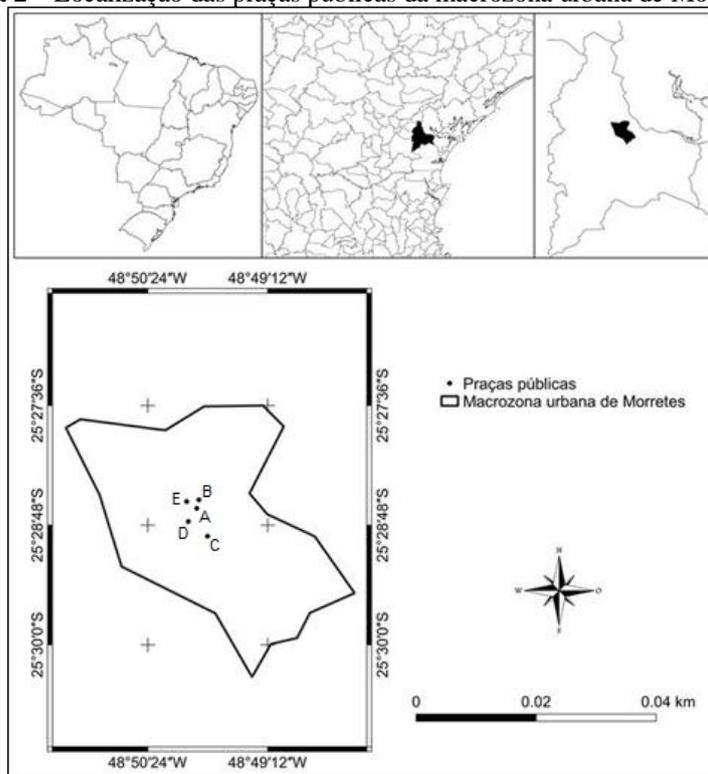
vegetação, bem como o estilo colonial português são os principais atrativos turísticos (Chemin, 2017). A vegetação também é uma indicação da qualidade do ambiente urbano e agrega valor estético e ecológico à cidade (Bastarz e Biondi, 2011). A cidade de Morretes é dividida em macrozonas de acordo com o uso e cobertura da terra e a macrozona urbana é a que possui mais residências, pavimentação e edificações (Silva et al., 2019).

Devido à expansão urbana, os estudos de polinização em ambientes urbanos podem apoiar discussões futuras sobre fornecimento de alimentos e gestão urbana (Imhoof e Lieckfeld, 2014, Harrison e Winfree, 2015). Os estudos de polinização podem ser úteis para a cidade de Morretes, devido a suas muitas áreas verdes, áreas de cultivo e atividade econômica de produção de frutas (Cunico, 2016, Silva et al., 2019). Neste estudo foram verificadas e demonstradas as relações entre a flora urbana e os frutos produzidos por abelhas polinizadoras e plantas nas praças públicas da macrozona urbana de Morretes.

2. Material e Métodos

As áreas de amostragem estão localizadas na cidade de Morretes, no litoral sul do Brasil (Figura 2). O ambiente apresenta vegetação ombrófila densa e clima subtropical úmido (IBGE, 2012, Alvares et al., 2014). As praças públicas estão localizadas na macrozona urbana da cidade. Foram encontradas cinco praças públicas na macrozona urbana de Morretes: Praça Imigrantes, Praça 1, Praça 2, Praça Rocha Pombo e Praça Silveira Neto. Os nomes das Praças 1 e 2 não foram descobertos e foram nomeados apenas pelo número 1 e 2.

Figura 2 – Localização das praças públicas da macrozona urbana de Morretes-Paraná.



Legenda: A Praça Imigrantes; B Praça 1; C Praça 2; D Praça Rocha Pombo; E Praça Silveira Neto.

Fonte: Os autores.

Os pontos de amostragem para o estudo da polinização foram definidos pela ocorrência de plantas no estágio reprodutivo (Andersson; Barthel e Ahrné, 2007) e foram observadas e contadas as visitas de abelhas nas flores. As observações ocorreram entre as 10h e 14h, devido a ser o período com maior movimentação dessa fauna (Price et al., 2011). Os dados foram coletados mensalmente no período de 1 ano, de agosto de 2018 a julho de 2019, com 1 observação por flor durante 15 minutos (Barrios et al., 2016). A coleta de abelhas no campo ocorreu com rede entomológica (Barrios et al., 2016) e de plantas manualmente. Os dados das visitas foram utilizados para compor redes de interações mutualísticas em matrizes (Rech et al., 2014). As diversidades das redes das praças públicas foram avaliadas pelo Índice de Simpson (Equação 1).

$$D_s = \sum \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)} \quad (1)$$

Onde: D_s = Índice de diversidade de Simpson; ni = quantidade interações do tipo i ; N = quantidade total de interações.

As espécies foram avaliadas por grau (k), ou quantidade de tipos de interações realizadas (Blüthgen, Menzel e Blüthgen, 2006, Bascompte e Jordano, 2007, Vásquez et al., 2009, Ribeiro, Souza & Varassin, 2018). A identificação das espécies de abelhas e plantas ocorreu por chaves de identificação sistemática (Silveira, Melo & Almeida, 2002, Buzzi, 2013) e comparações com publicações das regiões sul e sudeste do Brasil (Silva et al., 2014).

As diferenças entre a diversidade dos quadrados foram verificadas pelo teste de Kruskal-Wallis, porque a normalidade não foi confirmada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e pelo teste de Levene para Homogeneidade de variância. A relação entre diversidade de redes nas praças e especialização de abelhas foi verificada pela Correlação de Pearson (Equação 2) (Nayak e Harza, 2011):

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x}) \sum (y - \bar{y})}} \quad (2)$$

Onde: r = Índice de Correlação de Pearson; x = diversidade das praças; y = especialização das espécies.

Todos os testes foram realizados considerando o nível de significância de 0,05 no software *Past 3.26* passada (Hammer, Harper & Ryan, 2001).

3. Resultados e Discussão

A identificação das espécies encontradas (Quadro 1) nas praças permitiu a determinação de 7 grupos taxonômicos de abelhas e 11 grupos taxonômicos de plantas.

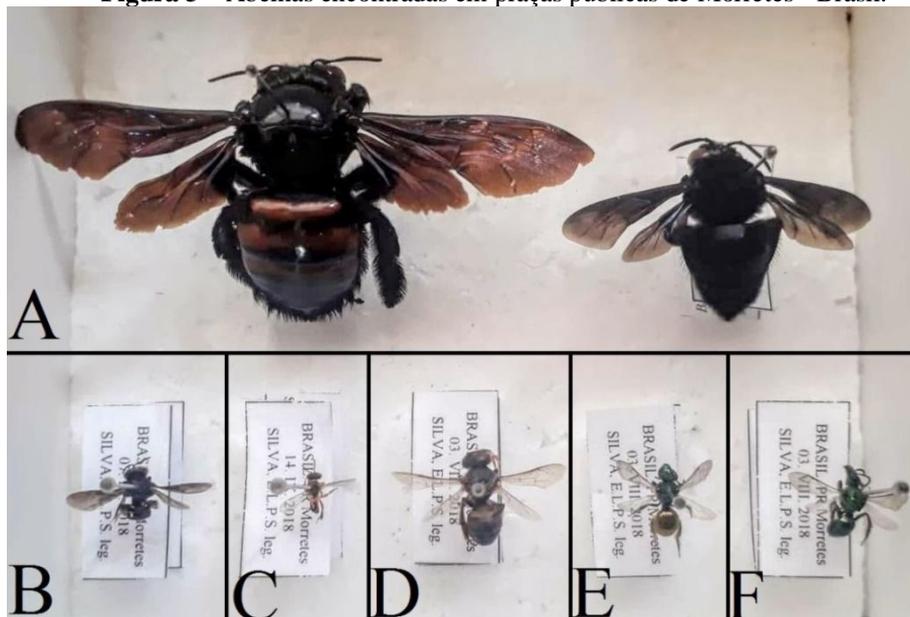
Quadro 1 – Testes estatísticos para diferenças entre as praças.

Grupo Taxonômico	Gêneros e espécies
Abelhas	<i>Apis mellífera</i>
	<i>Augochlora</i> sp.
	<i>Augochloropsis</i> sp.
	<i>Eulaema nigrita</i>
	<i>Tetragonisca angustula</i>
	<i>Trigona spinipes</i>
	<i>Xylocopa frontalis</i>
Plantas	<i>Canna indica</i>
	<i>Carica</i> sp.
	<i>Chlorophytum comosum</i>
	<i>Emilia fosbergii</i>
	<i>Hypochoeris radicata</i>
	<i>Mangifera indica</i>
	<i>Senna</i> sp.
	<i>Solenostemon scutellarioides</i>
	<i>Taraxacum</i> sp.
	<i>Tradescantia pallida</i>
	<i>Tibouchina</i> sp.

Fonte: Os autores.

As abelhas encontradas apresentaram tamanhos diferentes, sendo encontradas: duas mamangavas: *Eulaema nigrita* e *Xylocopa frontalis*; dois gêneros da tribo Augochlorini caracterizados por suas cores metálicas: *Augochlora* sp. e *Augochloropsis* sp., duas abelhas sem ferrão: *Trigona spinipes* e *Tetragonisca angustula* e a abelha *Apis mellifera* (Figura 3).

Figura 3 – Abelhas encontradas em praças públicas de Morretes - Brasil.

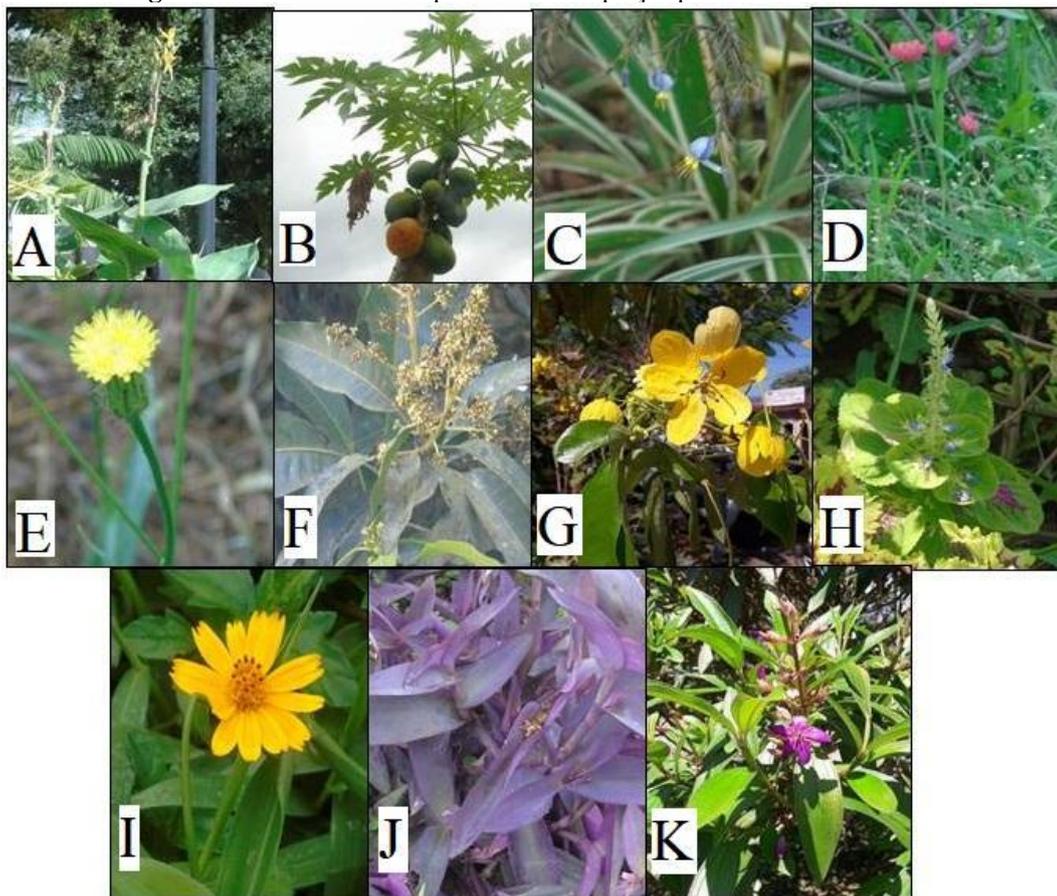


Legenda: À esquerda: *Xylocopa frontalis*, à direita: *Eulaema nigrita*; **B** *Trigona spinipes*; **C** *Tetragonisca angustula*; **D** *Apis mellifera*; **E** *Augochlora* sp.; **F** *Augochloropsis* sp.

Fonte: Os autores.

Aproximadamente 5 das 11 espécies vegetais observadas são exóticas, como *Carica* sp., *Chlorophytum comosum*, *Mangifera indica*, *Solenostemon scutellarioides*, *Taraxacum* sp. (Souza e Lorenzi, 2019) e apresentaram flores de cores e tamanhos variados. As únicas que não apresentaram plataforma de pouso foram *Chlorophytum comosum*, *Emilia fosbergii* e *Hypochaeris radicata* (Gonçalves e Lorenzi, 2011). Todas as plantas foram plantadas pela Prefeitura de Morretes (Figura 4).

Figura 4 – Plantas visitadas por abelhas em praças públicas de Morretes - Paraná.



Legenda: A *Canna indica*; B *Carica* sp. ; C *Chlorophytum comosum*; D *Emilia fosbergii*; E *Hypochaeris radicata*; F *Mangifera indica*; G. *Senna* sp. ; H *Solenostemon scutellarioides*; I *Taraxacum* sp. ; J *Tradescantia pallida*; K *Tibouchina* sp.

Fonte: Os autores.

Na Praça Imigrantes (Figura 5 e Quadro 2), foram encontradas 4 espécies de abelhas e 5 espécies de plantas. As espécies de abelhas e plantas com mais tipos de interação foram *Trigona spinipes* e *Chlorophytum comosum*, respectivamente. As interações entre a abelha *Trigona spinipes* e a planta *Emilia fosbergii* são interessantes, pois essas interações não foram observadas na Floresta Atlântica do sul do Brasil (Steiner et al., 2010).

Figura 5 – Praça dos Imigrantes da macrozona urbana de Morretes - Brasil.



Fonte: Os autores.

Quadro 2 – Matriz quantitativa da Praça dos Imigrantes da macrozona urbana de Morretes - Brasil.

Abelhas\ Plantas	<i>Taraxacum</i> sp.	<i>Chlorophytu</i> <i>m comosum</i>	<i>Emilia</i> <i>fosbergii</i>	<i>Tetradescantia</i> <i>pallida</i>	<i>Hypochoeris</i> <i>radicata</i>	Grau
<i>Apis mellifera</i>	0	16	0	0	0	1
<i>Augochlora</i> sp.	0	3	0	0	5	2
<i>Tetragonisca</i> <i>angustula</i>	0	10	14	0	0	2
<i>Trigona</i> <i>spinipes</i>	4	2	31	5	0	4
Grau	1	4	2	1	1	

Fonte: Os autores.

A Praça 1 (Figura 6 e Quadro 3) e Praça 2 (Figura 7 e Quadro 4) apresentaram cada uma apenas uma espécie de planta e duas espécies de abelhas. A espécie de abelha *Trigona spinipes* foi novamente a com mais interações. As Praças 1 e 2 foram as que apresentaram menor diversidade de interações e menor cobertura vegetal em comparação com as demais praças.

Figura 6 – Praça 1 da macrozona urbana de Morretes - Brasil.



Fonte: Os autores.

Quadro 3 – Matriz quantitativa da Praça 1 da macrozona urbana de Morretes - Brasil.

Abelhas\ Plantas	<i>Tibouchina</i> sp.	Grau
<i>Apis mellifera</i>	8	1
<i>Trigona spinipes</i>	5	1
Grau	2	

Fonte: Os autores.

Figura 7 – Praça 2 da macrozona urbana de Morretes - Brasil.



Fonte: Os autores.

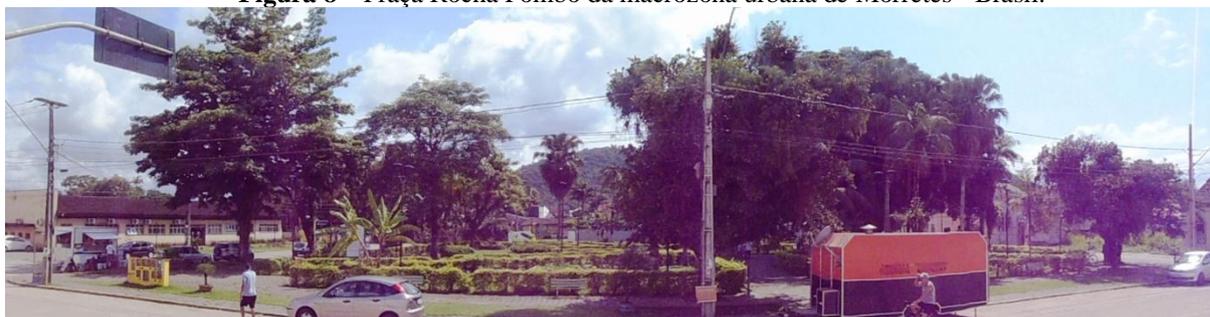
Quadro 4 – Matriz quantitativa da Praça 2 da macrozona urbana de Morretes - Brasil.

Abelhas\ Plantas	<i>Canna indica</i>	Grau
<i>Augochloropsis sp.</i>	2	1
<i>Trigona spinipes</i>	134	1
Grau	2	

Fonte: Os autores.

A espécie de abelha *Eulaema nigrita* foi observada apenas na Praça Rocha Pombo (Figura 8 e Quadro 5), com outras 5 espécies de abelhas e 3 espécies de plantas. *Solenostemon scutellarioides* foi a planta com mais tipos de interações e isso representa sua aplicabilidade ecológica ao serviço ecossistêmico de polinização (Nguyen, Quesenberry & Clark, 2008). As espécies de abelhas *Xylocopa frontalis* e espécies de plantas *Senna* sp. somente ocorreram na Praça Silveira Neto (Figura 9 e Quadro 6).

Figura 8 – Praça Rocha Pombo da macrozona urbana de Morretes - Brasil.



Fonte: Os autores.

Quadro 5 – Matriz quantitativa da Praça Rocha Pombo da macrozona urbana de Morretes - Brasil.

Abelhas\ Plantas	<i>Solenostemon scutellarioides</i>	<i>Mangifera indica</i>	<i>Canna indica</i>	Grau
<i>Apis mellifera</i>	396	1	7	3
<i>Augochlora sp.</i>	37	0	0	1
<i>Augochloropsis sp.</i>	34	0	0	1
<i>Eulaema nigrita</i>	1	0	24	2
<i>Tetragonisca angustula</i>	2	2	0	2

<i>Trigona spinipes</i>	7	50	11	3
Grau	6	3	3	

Fonte: Os autores.

Figura 9 – Praça Silveira Neto da macrozona urbana de Morretes - Brasil.



Fonte: Os autores.

Quadro 6 – Matriz quantitativa da Praça Silveira Neto da macrozona urbana de Morretes - Brasil.

Bees\ Plants	<i>Carica</i> sp.	<i>Canna indica</i>	<i>Senna</i> sp.	Grau
<i>Tetragonisca angustula</i>	44	2	0	2
<i>Trigona spinipes</i>	31	2	0	2
<i>Xylocopa frontalis</i>	0	0	44	1
Grau	2	2	1	

Fonte: Os autores.

A abelha *Trigona spinipes* foi a única espécie observada em todas as praças públicas. *Apis mellifera* foi encontrada na Praças Imigrantes, Praça 1 e Praça Rocha Pombo. *Augochlora* sp. ocorreu na Praças Imigrantes e Praça Rocha Pombo. *Augochloropsis* sp. foi observado na Praça 2 e na Praça Rocha Pombo e *Tetragonisca angustula* na Praças Imigrantes, Praça Rocha Pombo e Praça Silveira Neto. *Eulaema nigrita* e *Xylocopa frontalis* foram observados na Praça Rocha Pombo e Praça Silveira Neto, respectivamente. A praça pública com mais espécies no estudo foi a Praça Rocha Pombo devido a presença de *Solenostemon scutellarioides*.

As espécies de abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* tiveram mais tipos de interações, bem como as plantas *Chlorophytum comosum* e *Solenostemon scutellarioides* e essas espécies foram consideradas mais generalistas. Os dados das matrizes quantitativas permitiram estudar as redes de interações mutualísticas entre abelhas e plantas através da diversidade (Tabela 2). Poucas e menos interações foram observadas nas Praças 1 e 2 e isso pode estar relacionado ao número de espécies observadas. As interações foram mais frequentes na Praça Rocha Pombo e alcançaram maiores valores de diversidade na Praça Imigrantes e na Praça Silveira Neto, respectivamente.

Tabela 2 – Diversidade das interações nas praças públicas de Morretes.

Mês	Imigrantes	Praça 1	Praça 2	Rocha Pombo	Silveira Neto
08/18	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00
09/18	0,69	0,00	0,00	0,29	0,72
10/18	0,54	0,00	0,00	0,44	0,00
11/18	0,65	0,00	0,00	0,06	0,00
12/18	0,00	0,00	0,07	0,00	0,51
01/19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
02/19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/19	0,55	0,00	0,00	0,00	0,36
04/19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05/19	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00
06/19	0,60	0,51	0,00	0,00	0,00
07/19	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00

Fonte: Os autores.

Embora as Praças 1 e 2 sejam menos diversas que a Praça Imigrantes, a Praça Rocha Pombo e a Praça Silveira Neto, não foram identificadas diferenças significativas em 5% entre as mesmas (Tabela 3).

Tabela 3 – Testes estatísticos para diferenças entre as praças.

Teste	Valor de p
Teste de normalidade Shapiro-Wilk	2,31e-05

Teste de Levene para Homogeneidade de Variância	0,04
Kruskal-Wallis	0,06

Fonte: Os autores.

A correlação entre as espécies de abelhas e plantas em cada praça pública foi verificada apenas para algumas espécies (Tabela 4). Em geral, apenas os mamangavas *Eulaema nigrita* e *Xylocopa frontalis* foram restritos a certos locais. Essa relação positiva muito forte indica a dependência dessas espécies com as praças públicas onde foram encontradas. Os resultados mostram que a dependência de abelhas da espécie *Xylocopa frontalis* não está relacionada à diversidade de interações ou quantidade de plantas disponíveis, mas às espécies de plantas que ocorrem em cada praça pública. Esta abelha só foi encontrada na presença da planta *Senna* sp. e isso indica que era fundamental como recurso alimentar. Esses dados corroboram a coevolução e a interdependência entre essas espécies (Heard, 1999, Westerkamp & Classen-Bockhoff, 2007, Souza, Coutinho & Funch, 2012).

A abelha *Eulaema nigrita* foi relacionada à praça Rocha Pombo pelas plantas *Solenostemon scutellarioides* e *Canna indica*. Essa dependência não está relacionada às espécies vegetais, pois *Canna indica* também ocorre na Praça 2 e na Praça Silveira Neto. Esse aspecto pode estar relacionado à localização do ninho dessa abelha, que pode ser encontrada na região noroeste da macrozona urbana de Morretes. Esta abelha é um polinizador de plantas com flores grandes e tubulares como orquídeas (DeFilipps, 1992, Heard, 1999, Souza e Lorenzi, 2011). A interação entre *Eulaema nigrita* e *Solenostemon scutellarioides*, que possui flores pequenas e não tubulares, é inédita e dados semelhantes não foram encontrados na literatura.

Tabela 4 – Valores da Correlação de Pearson entre abelhas e praças.

Espécies e praças relacionadas	Índice de Correlação
<i>Eulaema nigrita</i> – Rocha Pombo	1,00
<i>Xylocopa frontalis</i> – Silveira Neto	1,00

Fonte: Os autores.

O gênero de planta *Solenostemon* spp. é polinizado pelo vento e por insetos, a abelha *Apis* spp. é contrastada nessas interações e explica a intensidade de suas interações (Roubik, 1995). Essa frequência de interações entre a planta e uma espécie de abelha também ocorre para *Canna* spp. e *Trigona* spp. (Heard, 1999), embora essa preferência não tenha sido observada nesse estudo. O expressivo número de visitas de *Trigona spinipes* em *Canna indica* na Praça 2 ocorreu por ser a única planta nessa praça.

Todas as praças observadas estão na área mais pavimentada e edificada da macrozona urbana de Morretes (Silva et al., 2019). A vegetação de praças públicas representa a maior cobertura vegetal desta área, sem considerar terras particulares. As plantas observadas de praças públicas podem servir como corredores para a polinização das abelhas entre o ambiente vegetado e também com as áreas de produção de frutas (Adler e Tanner, 2013, Guerry et al., 2015, Rosin e Benini, 2018).

Todas as espécies de abelhas encontradas no estudo apresentaram relação com os frutos produzidos em

Morretes (Quadro 7). A goiaba foi o principal cultivo beneficiado. A tangerina tinha apenas um polinizador relacionado e as outras plantas de cultivo tinham mais de um polinizador.

Quadro 7 – Frutas produzidas e polinizadas em Morretes - Brasil.

Frutas\ Abelhas	A	B	C	D	E	F	G	Fonte:
Goiaba	X	X	X		X	X	X	Castro (2002), Guimarães, Perez-Maluf & Castellani, 2009 (2009)
Laranja	X				X	X		Gamito e Malerbo-Souza (2006), Ribeiro, Alves & Carvalho (2017)
Limão	X						X	Mehmood et al., (2015)
Maracujá				X			X	Steiner et al. (2010), Yamamoto et al. (2012)
Tangerina	X							Manzoorul-Haq, Rafie-Ul-Din & Ghaffar (1978)
Tomate		X	X	X	X	X	X	Gaglianone, (2015), Elias et al. (2017)

Legenda: A *Apis mellifera*; B *Augochlora* sp.; C *Augochloropsis* sp.; D *Eulaema nigrita*; E *Tetragonisca angustula*; F *Trigona spinipes*; G *Xylocopa frontalis*.

Fonte: Os autores.

As praças observadas também fazem parte do potencial turístico da cidade e a vegetação realça a beleza cênica (Nia e Hazzar, 2015, Acosta, 2016, Chemin, 2017). Essa capacidade da sociedade de aumentar a qualidade ambiental reforça a ideia de que relações benéficas com a natureza ocorrem (Monteiro, 2001) e que a natureza nas cidades pode ter funções ecológicas e estéticas (Angeoletto, 2008).

Os resultados indicaram que poderia ser benéfico para o cultivo de frutas da região incluir mais áreas vegetadas na macrozona urbana de Morretes. Isso poderia ocorrer com novas praças e parques com diferentes plantas que serviriam como recurso alimentar para as abelhas polinizadoras. As espécies vegetais mais relevantes para o serviço ecossistêmico de polinização encontradas neste estudo foram *Solenostemon scutellarioides* e *Senna* sp.

4. Conclusão

O estudo das redes de polinização na macrozona urbana de Morretes demonstrou que as praças públicas da cidade são espaços frequentados por abelhas polinizadoras. A adição de mais praças e maior diversidade de plantas estimularia essas visitas florais.

O presente estudo utilizou um método prático, sem o uso de equipamentos para entender a polinização e, portanto, pode apresentar limitações. Com equipamentos para análise das cores, morfologia interna e odores

das flores, seriam verificados os tipos florais preferidos por cada espécie de polinizador. Para saber quais frutos são produzidos em cada área agrícola verificou-se a literatura sem verificação *in situ*.

Para estudos futuros sobre o tema, recomenda-se verificar a produção de frutas com entrevistas com agricultores e setores comerciais, além de gestores municipais.

5. Agradecimentos

Esse estudo foi financiado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná e utilizou animais com permissão do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade.

6. Referências

Acosta, A. (2016). **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Autonomia Literária.

Adler, F.R. & Tanner, C.J. (2013). **Urban Ecosystems**: Ecological Principles for the Built Environment. Cambridge University Press, Cambridge.

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 22(6), 711–728.

Alves, D.A. (2015). A importância da paisagem agrícola no serviço de polinização das abelhas. In: Imperatriz-Fonseca, V.L. (Ed), **Agricultura e Polinizadores**. ABELHA, 32-43.

Andersson, E., Barthel, S. & Ahnér, K. (2007). Measuring social-ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. **Ecological Applications**. 17(1), 1267–1278.

Angeoletto, F. (2008). Ecologia de Ecossistemas Urbanos. In: Angeoletto, F. (Ed). **Pelos quintais de Sarandi**: Ecologia Urbana e Planejamento Ambiental. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 9-41.

Barbosa, D.B., Crupinski, E.F., Silveira, R.N. & Limberger, D.C.H. (2017). As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**. 3(4), 694-703.

Barrios, B., Pena, S.R., Salas, A. & Koptur, S. (2016). Butterflies visit more frequently, but bees are better pollinators: the importance of mouthpart dimensions in effective pollen removal and deposition. **AoB PLANTS**. 8(plw001), 1-10.

Bascompte, J. & Jordano, P. (2007). Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. 38(1), 567–593.

Bastarz, C. & Biondi, D. (2011). Aplicação do Método Q para a Valoração da Paisagem de Morretes, Paraná, Brasil, como Subsídio ao Planejamento do Turismo. **Turismo em Análise**. 22(3), 651-680.

Bertrand, C. & Bertrand, G. (2014). La Nature-Artefact: entre Anthropisation et Artialisation, l'expérience du Système GTP (Géosystème-Territoire-Paysage). **Information géographique**. 78(3),10-25.

Biassio, A. & Silva, I.C. (2015). Análise SWOT como ferramenta para avaliação da agrobiodiversidade em sistemas tradicionais de produção nos municípios de Antonina e Morretes/PR. **Scientia Agraria**. 16(2), 71-76.

Blüthgen, N., Menzel, F. & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. **BMC Ecology**. 6(9), 1-12.

Buzzi, Z.J. (2013). **Entomologia didática**. (6a ed) Editora UFPR, Curitiba.

Castro, S.M. (2002). Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. IN: Kevan, P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (Eds). **Pollinating Bees: The Conservation Link Between Agriculture and Nature**. Ministry of Environment: Brasília, 275-288.

Chemin, M. (2017). DEL PAISAJE A LA ESTÉTICA DEL ESPACIO TURÍSTICO: Un estudio en centros históricos y costaneras del litoral del Estado de Paraná (Brasil). **Estudios y Perspectivas en Turismo**. 26, 306–325.

Contreras, J.M. (2000). Conservación y Preservación. In: Medina, M. & Wiatkowska, T. (Eds). **Ciencia, tecnología/ naturaleza, cultura en el siglo XXI**. Anthropos Editorial, Barcelona, 169-182.

Costanza, R., D'arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**. 387(15), 253-260.

Costa, C.C.A. & Oliveira, F.B. (2013). Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8(3),1-10.

Cumming, G.C., Buerkert, A., Hoffmann, E.M., Schlecht, E., VonCramon-Taubadel, S. & Tschardtke, T. (2014). Implications of agricultural transitions and urbanization for ecosystem services. **Nature**. 515(6), 50-57.

Cunico, C. (Ed). (2016). **Zoneamento ecológico - econômico do Estado Do Paraná - Litoral**. ITCG, Curitiba.

Dafni, A. (1992). **Pollination Ecology: A Practical Approach**. Oxford University Press: Oxford.

DeFilipps, R.A. (1992). **ORNAMENTAL GARDEN PLANTS OF THE GUIANAS: An Historical Perspective of Selected Garden Plants from Guyana, Surinam and French Guiana**. Smithsonian Institution, Washington.

Dormann, C. F. (2011). How to be a specialist? Quantifying specialisation in pollination networks. **Network Biology**. 1(1), 1-20.

Elias, M.A.S., Borges, F.J.A., Bergamini, L.L., Franceschinelli, E.V. & Sujji, E.R. (2017). Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 239, 257-264.

Frovolá, M. (2019). From the Russian/Soviet landscape concept to the geosystem approach to integrative environmental studies in an international context. **Landscape Ecology**. 34(7), 1485–1502.

Gaglianone, M.C. (Ed). (2015). **Polinizadores na agricultura: ênfase em abelhas**. Funbio, Rio de Janeiro.

Gamito, L.M. & Malerbo-Souza, D.T. (2006). Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**. 28(4), 483-488.

Gandy, M. (2015). From urban ecology to ecological urbanism: an ambiguous trajectory. **Area**. 47(2), 150–154.

Garibaldi, L.A., Dondo, M., Freitas, B.M., Hipólito, J., Pires, C.S.S., Sales, V., Viana, B. & Vilar, M.B. (2015). **Aplicações do protocolo de avaliação socioeconômica de práticas amigáveis aos polinizadores no Brasil**. Funbio, Rio de Janeiro.

Giannini, T.C., Costa, W.F., Cordeiro, G.D., Imperatriz-Fonseca, V.L., Saraiva, A.M., Biesmeijer, J. & Garibaldi, L.A. (2017). Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **PLoS ONE**. 12(8), 1-13.

Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H. (2011). **Morfologia Vegetal: Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia de Plantas Vasculares**. (2a ed). Instituto Plantarum, Nova Odessa.

Gouvêa, P.M., Tonetti, E.M. (2017). Avaliação dos riscos de incêndio e explosão na área urbana de Paranaguá-PR. **Revista Geografar**. 12(2), 233-250.

Guerry, A.D., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G.C., Griffin, R., Ruckelshaus, M., Bateman, I.J., Duraiappah, A., Elmqvist, T., Feldman, M.W., Folke, C., Hoekstra, J., Kareiva, P.M., Keeler, B.L., Shuzhuo, L.I., McKenzie, E., Ouyang, Z., Reyers, B., Ricketts, T.H., Rockström, J., Tallis, H. & Vira, B. (2015). Natural Capital and Ecosystem Services Informing Decisions: From Promise to Practice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. 112(24), 7348–7355.

Guimarães, R.A., Perez-Maluf, R. & Castellani, M.A. (2009). Abelhas (Hymenoptera: apoidea) visitantes das flores de goiaba em pomar comercial in Salinas, MG. **Bragantia**. 68(1), 23-27.

Hall, D.M., Camilo, G.R., Tonietto, R.K., Ollerton, J., Ahrné, K., Arduser, M., Ascher, J.S., Baldock, K.C., Fowler, R., Frankie, G., Goulson, D., Gunnarsson, B., Hanley, M.E., Jackson, J.I., Langellotto, G., Lowenstein, D., Minor, E.S., Philpott, S.M., Potts, S.G., Sirohi, M.H., Spevak, E.M., Stone, G.N. & Threlfall, C. G. (2017). The city as a refuge for insect pollinators. **Conservation Biology**. 3(1), 24-29.

Hammer, Ø. Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**. 4, 1–9.

Harrison, T. & Winfree, R. (2015). Urban drivers of plant-pollinator interactions. **Functional Ecology**. 29(1), 879–888.

Heard, T.A. (1999). The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**. 44(1), 183-206.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. (2a ed). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

Imhoof, M. & Lieckfeld, C. (2014). **More than honey: The Survival of Bees and the Future of Our World**. Greystone Books, Vancouver.

Manzoorul-Haq, Rafie-UI-Din, M. & Ghaffar, A. (1978). Effect of insect pollination on fruit bearing in kinnow mandarin (*Citrus reticulata*) and physical and chemical properties of fruit. **Journal of Apicultural Research**. 17(1), 47-49.

Marques, M.F., Hautequestt, A.P., Oliveira, U.B., Manhães-Tavares, V.F., Perkles, O.R., Zappes, C.A. & Gaglianone, M.C. (2017). Local knowledge on native bees and their role as pollinators in agricultural communities. **Journal of Insect Conservation**. 21(2), 345-356.

Mehmood, K., Hussain, S., Mustafa, N., Bodlah, I. & Ahmad, M. (2015). Insect pollinators visiting citrus (*Citrus limon*) and avocado (*Persea americana*) fruit trees. **Asian Journal of Agriculture and Biology**. 3(1), 23-27.

Melathopoulos, A.P., Cutler, G.C. & Tyedmers, P. (2015). Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? **Ecological Economics**. 109(1), 59-70.

Monteiro, C.A.F. (2001). Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. **Ra'e GA**. 5,197-214.

Mukaka, M.M. (2012). A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**. 24(3), 69–71.

Nayak, B.K. & Harza, A. (2011). How to choose the right statistical test? **Indian Journal of Ophthalmology**. 59(2), 85–86.

Nguyen, P., Quesenberry, K. & Clark, D. (2008). Genetics of Growth Habit and Development of New Coleus (*Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd) Varieties with Trailing Habit and Bright Color. **Journal of Heredity**. 99(6), 573–580.

Nia, R.D. & Hazzar, M. (2015). Response of Environment According to the Sustainable Urban Design Principles (Case Study: Garden of Imam Reza (AS) in Koohsangi Avenue, Mashhad, Iran). **International Journal of Science, Technology and Society**. 3(2-1), 150-156.

Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L. & Kaplan, I. (2011). **Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities**. Cambridge University Press, London.

Rech, A., Agostini, K., Oliveira, P.E. & Machado, I.C. (Eds). (2014). **Biologia da Polinização**. Projeto Cultura, Rio de Janeiro.

Ribeiro, C., Souza, J.M.T. & Varassin, I.G. (2018). Rede de visitação floral versus rede de transporte de pólen entre abelhas e plantas na Floresta Atlântica do sul do Brasil. **Oecologia Australis**. 22(4), 463-478.

Ribeiro, G.S., Alves, E.M. & Carvalho, C.A.L. (2017). Biology of pollination of *Citrus sinensis* variety ‘pera rio’. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 39(2), e-033.

Ricárdez, M. (2019). Sustentabilidad y Paisaje: retos de interlocución frente a los desafíos de la urbanización. In: Dias, L.S. & Chávez, E.S. (Eds). **Cartografía biogeográfica e da paisagem**. vol 2. Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, Tupã, 229-270.

Rosin, J.A.R.G. & Benini, S.M. (Eds). (2018). **Cidade sustentável: um conceito em construção**. Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, Tupã.

Roubik, D.W. (Eds). (1995). **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

Silva, C.I., Aleixo, K.P., Nunes-Silva, B., Freitas, B.M. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2014). **Guia Ilustrado de Abelhas Polinizadoras no Brasil**. Instituto de Estudos Ambientais; Ministério do Meio Ambiente, São Paulo.

Silva, E.L.P., Silva, P.O., Tonetti, E.L., Santos, E. & Faria, G.G. (2019). Qualidade ambiental e hemerobia da macrozona urbana de Morretes. **Revista Científica Interdisciplinar Interlogos**, 6(1), 1-13.

Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. (2002). **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte.

Souza, I.M., Coutinho, K. & Funch, L.S. (2012). Phenological strategies of *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) as efficient mechanisms for attracting pollinators. **Acta Botanica Brasilica**. 26(2), 435-443.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2011). **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado das plantas vasculares**. (2a ed). Instituto Plantarum, São Paulo.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. (2019). **Botânica sistemática: um guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG IV**. (4a ed). Instituto Plantarum, Nova Odessa.

Steiner, J., Zillikens, A., Kamke, R., Feja, E.P. & Falkenberg, D.B. (2010). Bees and melittophilous plants of secondary Atlantic Forest habitats at Santa Catarina Island, Southern Brazil. **Oecologia Australis**. 14(1), 16-39.

Vásquez, D.P., Blüthgen, N., Cagnolo, L. & Chacoff, N.P. (2009). Uniting pattern and process in plant–animal mutualistic networks: a review. **Annals of Botany**. 103, 1445–1457.

Westerkamp, C. & Classen-Bockhoff, R. (2007). Bilabiate flowers: the ultimate response to bees?. **Annals of botany**. 100(2), 361–374.

Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: the state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**. 125, 209–221.

Yamamoto, M., Silva, C.I., Augusto, S.C., Barbosa, A.A.A. & Oliveira, P.E. (2012). The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma flavicarpa, Passifloraceae) crop in Central Brazil. **Apidologie**. 43, 515–526.