

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**JULIANE MUSSAK**

**NICHO TRÓFICO DE *MELIPONA QUADRIFASCIATA*  
*QUADRIFASCIATA* LEPELETIER, 1836 (HYMENOPTERA: APIDAE) EM  
AMBIENTE NATURAL E URBANO DA MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA  
CATARINA**

**CRICIÚMA, SC  
2021**

**JULIANE MUSSAK**

**NICHO TRÓFICO DE *MELIPONA QUADRIFASCIATA*  
*QUADRIFASCIATA* LEPELETIER, 1836 (HYMENOPTERA: APIDAE) EM  
AMBIENTE NATURAL E URBANO DA MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA  
CATARINA**

Dissertação de mestrado apresentado no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais em nível de Mestrado, da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Professora Orientadora: Dra. Birgit Harter Marques.

**CRICIÚMA, SC**

**2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

M989n Mussak, Juliane.

Nicho trófico de *Melipona quadrifasciata quadrifasciata lepeletier*, 1836 (Hymenoptera: Apidae) em ambiente natural e urbano da Mata Atlântica no sul de Santa Catarina / Juliane Mussak.  
- 2021.

44 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2021.

Orientação: Birgit Harter Marques.

1. Mandaçaia - Preferência floral. 2. Melipona. 3. Abelhas sem ferrão. 4. Animais em extinção. 5. Polinização por insetos. 6. Recursos florais. I. Título.

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla - CRB 14/1101  
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC



## PARECER

Os membros da Comissão Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se forma remota conforme RESOLUÇÃO N. 02/2020/PPGCA que estabelece procedimento para a Defesa de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais por meio de videoconferência, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **JULIANE MUSSAK**, sob o título: “**NICHO TRÓFICO DE MELIPONA QUADRIFASCIATA QUADRIFASCIATA LEPELETIER, 1836 (HYMENOPTERA: APIDAE) EM AMBIENTE NATURAL E URBANO DA MATA ATLÂNTICA NO SUL DE SANTA CATARINA**”, para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguida a candidata, os membros são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Criciúma/SC, 18 de agosto de 2021.

**Prof. Dr. Pedro Maria Abreu Ferreira**  
Primeiro Examinador

**Prof. Dr. Fernando Carvalho**  
Segundo Examinador

**Profa. Dra. Birgit Harter Marques**  
Presidente da Comissão e Orientadora

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela família e pelos amigos que conquistei nesta trajetória, pois este conjunto proporcionou trilhar um caminho com amor, companheirismo e muitas alegrias.

Aos meus pais Maria do Carmo Geffer Mussak e Nicolau Mussak, que me educaram e me orientaram para um caminho correto, e mesmo estando longe sempre participaram das minhas decisões e apoiaram minhas escolhas.

Aos meus irmãos que tenho como um tesouro em minha vida, ao irmão que a vida me deu Saimon Souza ao meu parceiro Luiz Bonifácio Colombo e a minha parceira Julia Beatriz Da Silva Pereira. Gratidão eterna.

Aos meus amigos de Floripa, Sanderson, Matheus, Beti, Ktriel, Pietra e todos que compartilharam momentos especiais comigo durante estes anos.

A minha orientadora Doutora Birgit Harter Marques que é inspiração, me ajudou na escolha do projeto e me acompanhou durante todo o trabalho, se mostrando presente e companheira, sem dúvidas uma das melhores orientadoras que eu poderia ter, alto astral sempre, se mostrou uma verdadeira amiga, trazendo leveza para conclusão deste projeto, Birgit eu te admiro muito.

Aos componentes da banca professor Pedro Abreu e Fernando Carvalho, o Fernando contribui muito para este trabalho com suas considerações desde a qualificação. Agradeço ao professor Guilherme Alves Elias que contribuiu com nossa pesquisa além de estar sempre disponível pra ajudar, deixo aqui a minha admiração.

A todos os professores do PPGCA, alguns marcaram demais e levarei para a vida.

Gratidão a todo pessoal do LIAP que ajudaram em todas as etapas da pesquisa, meus colegas, meus parceiros Betina, Katriel, Julia, Birgit e principalmente ao Pedrão, esposo da professora Birgit, que ajudou em todas as etapas, montou as caixas no campo, quilômetros de peso para nos ajudar. Pedrão tu é fera e não tem como encerrar este projeto sem ser grata, tua alegria, tuas piadas e sua companhia são sempre bem vindas e muito agradáveis.

E finalmente, aos meus amigos que de tudo o que conquistei, considero um dos maiores tesouros, Augusto, Alessandra, Caroline, Elaine, Lucas e Gilberto, um presente do mestrado para a vida. Eu amo muito vocês.

“Eu sou o que me cerca. Se eu não preservar o que me cerca, eu não me preservo.”

José Ortega y Gasset

## RESUMO

A polinização é um processo importante no ciclo reprodutivo da maioria das angiospermas na região tropical, pois contribui para a perpetuação da diversidade destas, para produção de alimentos e a manutenção e conservação dos animais que dependem das plantas como recursos alimentares. Dentre os visitantes florais, as abelhas são consideradas os polinizadores mais eficientes em diversos ambientes, com destaque nos meliponíneos, conhecidos como abelhas sem ferrão. Atualmente, oito espécies desse grupo são classificadas como ameaçadas de extinção, devido à redução e fragmentação da cobertura florestal original da Mata Atlântica. *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* é uma das subespécies classificadas como em risco de extinção. Por isso, a realização de estudos acerca de suas necessidades de recursos florais se torna fundamental para fornecer informações essenciais para conservação e manejo da subespécie. O presente trabalho teve como objetivo analisar o nicho trófico de *M. quadrifasciata quadrifasciata* em ambiente natural e urbano no sul de Santa Catarina. Foram instaladas três colmeias em cada ambiente estudado, sendo o ambiente natural uma área rural no Parque Estadual da Serra Furada (PAESF), situada entre as cidades de Grão-Pará e Orleans e o ambiente urbano no Parque Ecológico Municipal José Milanese (PEMJM), localizado em Criciúma, ambos no Sul de Santa Catarina. A coleta de dados foi realizada, mensalmente, de dezembro de 2019 a novembro de 2020, tanto de cargas polínicas das operárias, como dos potes de pólen no interior das colônias. As análises amostrais foram realizadas de forma qualitativa com consulta à literatura especializada para identificação dos tipos polínicos e quantitativa com a contagem de 500 grãos de pólen agrupados em classe de abundância. No total, foram identificados 23 tipos polínicos nas cargas corbiculares e ninhos de *M. quadrifasciata quadrifasciata* nas duas áreas de estudo, pertencentes a 12 famílias botânicas, sendo 18 tipos polínicos no ambiente urbano e 15 tipos polínicos no ambiente natural. Os resultados mostraram que, apesar das operárias de *M. quadrifasciata quadrifasciata* explorarem uma grande variedade de plantas para obtenção do pólen, apresentaram preferência floral, chamada especialização temporária, para flores de Myrtaceae e Melastomataceae nas duas áreas estudadas, durante longos períodos. Espécies dessas famílias possuem duas das estratégias que as angiospermas evoluíram, sendo em Myrtaceae a floração em massa que fornece recursos em quantidade abundante, evitando a competição entre as espécies da comunidade de visitantes florais e, no caso de Melastomataceae, o oferecimento de pólen através de anteras poricidas, que reduz a competição interespecífica entre as comunidades locais de abelhas. Os nossos resultados indicam que *M. quadrifasciata quadrifasciata* consegue sobreviver tanto em ambientes naturais, como em áreas urbanas, desde que estejam disponíveis espécies dessas duas famílias botânicas.

**Palavras-chave:** Mandaçaia. Preferência floral. Myrtaceae. Melastomataceae.

## ABSTRACT

Pollination is an important process in the reproductive cycle of most angiosperms in the tropical region, as it contributes to the perpetuation of their diversity, for food production and the maintenance and conservation of animals that depend on plants as food resources. Among floral visitors, bees are considered the most efficient pollinators in different environments, especially in meliponines, known as stingless bees. Currently, eight species in this group are classified as threatened with extinction, due to the reduction and fragmentation of the original forest cover of the Atlantic Forest. *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* is one of the subspecies classified as endangered. Therefore, conducting studies about their needs for floral resources becomes essential to provide essential information for conservation and management of the subspecies. This study aimed to analyze the trophic niche of *M. quadrifasciata quadrifasciata* in a natural and urban environment in southern Santa Catarina. Three hives were installed in each studied environment, the natural environment being a rural area in the Serra Furada State Park (PAESF), located between the cities of Grão-Pará and Orleans, and the urban environment in the José Milanese Municipal Ecological Park (PEMJM), located in Criciúma, both in the south of Santa Catarina state. Data collection was carried out monthly, from December 2019 to November 2020, both of pollen loads of workers and of pollen pots inside the colonies. Sample analyzes were carried out qualitatively with reference to the specialized literature to identify the pollen types, and quantitatively with the counting of 500 pollen grains grouped in abundance class. In total, 23 pollen types were identified in the corbicular loads and nests of *M. quadrifasciata quadrifasciata* in the two study areas, belonging to 12 botanical families, with 18 pollen types in the urban environment and 15 pollen types in the natural environment. The results showed that, although the workers of *M. quadrifasciata quadrifasciata* explore a wide variety of plants to obtain pollen, they presented a floral preference called temporary specialization for Myrtaceae and Melastomataceae flowers in the two studied areas, during long periods. Species of these families have two of the strategies that the angiosperms evolved: in Myrtaceae the mass flowering that provides resources in abundant quantity, avoiding the competition between the species of the floral visitors community, and in case of Melastomataceae, the offer of pollen through poricidal anthers, which reduces the interspecific competition between local bee communities. Our results indicate that *M. quadrifasciata quadrifasciata* can survive both in natural and urban environments, as long as species of these two botanical families are available.

**Keywords:** Mandaçaia. Floral preference. Myrtaceae. Melastomataceae.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do ambiente natural (Parque Estadual Serra Furada) e do ambiente urbano (Parque Ecológico Municipal Jose Milanese) localizados no extremo sul de Santa Catarina, Brasil. ....	18
Figura 2 - Comparação da proporção de riqueza de gêneros dos tipos polínicos coletados por <i>M. quadrifasciata quadrifasciata</i> ao longo do gradiente sazonal do estudo nas duas áreas de estudo, SC. ....	24
Figura 3 - Representatividade dos tipos polínicos de Myrtaceae e Melastomataceae nas amostras coletadas ao longo do período do estudo em comparação com as demais famílias registradas como fontes de pólen no ambiente natural (à esquerda) e na área urbana (à direita), SC. ....	25
Figura 4 - Classificação de abundância dos tipos polínicos encontrados nos ninhos e nas corbículas de <i>M. quadrifasciata quadrifasciata</i> durante o período de estudo no Parque Ecológico Municipal Jose Milanese, localizado no município de Criciúma, SC (ambiente urbano) e Parque Estadual Serra Furada, localizado no município de Orleans, SC (ambiente natural). Legenda: PD = pólen dominante (mais de 45% do total de grãos de pólen contados); PA = pólen acessório (de 16 a 45%); PII = pólen isolado importante (3 a 15%); PIO = pólen isolado ocasional (menos de 3%). ....	26
Figura 5 - Representação do teste de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico em relação à composição genérica dos tipos polínicos coletados nas duas áreas de estudo em Santa Catarina. Legenda: PEMJM = Parque Ecológico Municipal José Milanese; PAESF = Parque Estadual da Serra Furada. ....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PAESF Parque Estadual da Serra Furada

PEMJM Parque Ecológico Municipal José Milanese

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>COLETAS DE DADOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>CONFECÇÃO DAS LÂMINAS E IDENTIFICAÇÃO DO PÓLEN .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A polinização consiste na transferência dos grãos-de-pólen das anteras de uma flor para o estigma de outra flor, sendo considerado importante serviço ecológico, pois contribui para a diversidade das plantas, produção de alimentos e manutenção da interação entre animais e plantas (YAMAMOTO; BARBOSA; OLIVEIRA, 2010). Para que um visitante floral seja considerado um polinizador, é necessário a ocorrência de visitas legítimas nas quais o visitante carregue o pólen e toque o estigma. Além disso, características como frequência de visitação, fidelidade floral, atributos morfológicos e comportamentais determinam a eficiência do polinizador (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2016).

A polinização é um processo importante no ciclo reprodutivo da maioria das plantas com flores, pois cerca de 87% das angiospermas dependem de animais para assegurar sua fertilização e, conseqüentemente, a produção de frutos e sementes (OLLERTON *et al.*, 2011), garantindo a regeneração natural e a estabilidade dos ambientes naturais e antropizados (ROUBIK, 1993). Dentre os animais que atuam como polinizadores, as abelhas são consideradas os mais eficientes nos diferentes ambientes tropicais (KERR *et al.*, 1996, GOSTINSKI *et al.*, 2018), devido à sua total dependência dos recursos florais para sua alimentação e o desenvolvimento larval (MINCLEY; ROULSTON, 2006). Ao longo do tempo evolutivo, abelhas e plantas com flores desenvolveram interações mutualísticas, que variam em seu grau de interdependência (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Em relação às plantas utilizadas como fonte de pólen, as abelhas apresentam diferentes níveis de especialização, sendo, nos extremos do gradiente de especificidade; classificadas em abelhas oligoléticas ou especialistas aquelas que coletam o pólen em espécies taxonomicamente relacionadas, e poliléticas, também conhecida como generalistas, quando coletam o pólen em flores de várias famílias botânicas (MINCLEY; ROULSTON, 2006; MICHENER, 2007).

Entre as abelhas, os meliponíneos (Apidae, Meliponinae), conhecidos como abelhas sem ferrão por possuírem o ferrão atrofiado, são considerados os mais importantes polinizadores (QUEZADA-EUÁ *Net al.*, 2018), pois, de acordo com o ecossistema, essas abelhas são responsáveis por 40 a 90% da polinização das espécies silvestres de ambientes tropicais (KERR *et al.*, 1996). As abelhas sem ferrão são especialmente diversificadas nas regiões tropicais, apresentam organização eussocial, com colônias podendo chegar a milhares de indivíduos (MICHENER, 2000). Como nas outras espécies de abelhas, o pólen e néctar são os principais recursos coletados pelas operárias, sendo o néctar composto de carboidratos que serão convertidos em mel e o pólen fonte de proteínas, minerais, lipídeos e vitaminas, elementos

essenciais na alimentação das abelhas (SOUZA *et al.*, 2007). Desta forma, elas possuem dependência contínua de pólen e néctar em grandes quantidades ao longo do ano para manter as colônias perenes com altas taxas de produção de prole (RAMALHO; SILVA; CARVALHO, 2007).

As abelhas sem ferrão são consideradas generalistas na coleta de fontes polínicas, porque possuem o hábito de coletar o pólen em grande variedade de espécies vegetais (OLIVEIRA; ABSY; MIRANDA, 2009). Consequentemente, estas abelhas constituem importante componente nas complexas redes de polinizadores da maioria dos ecossistemas florestais tropicais (SCHLEUNING *et al.*, 2012).

Entre as abelhas sem ferrão, o Gênero *Melipona* Illiger, 1806 comporta maior riqueza, com cerca de 70 taxa (MOURE *et al.*, 2007). Estas espécies podem ser encontradas em toda a região Neotropical, do México a Misiones, Argentina (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, conhecida popularmente como mandaçaia, ocorre desde o Rio Grande do Sul até a Paraíba (MOURE; KERR, 1950). Esta espécie se divide em duas subespécies, *Melipona quadrifasciata anthidioides* e *Melipona quadrifasciata quadrifasciata*, sendo que a primeira, também chamada popularmente de mandaçaia Mqa, possui diferença na morfologia evidenciada pela presença de faixas dorsais interrompidas, enquanto a mandaçaia Mqq possui faixas dorsais contínuas (SCHWARZ, 1948).

As subespécies apresentam diferenças na distribuição geográfica. A mandaçaia Mqa ocorrem regiões mais quentes no nordeste do estado de São Paulo, norte da Bahia, oeste de Minas Gerais e região central de Goiás, enquanto a mandaçaia Mqq tem sua distribuição concentrada em regiões mais frias no sul do estado de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (KERR, 1976).

Em relação às plantas visitadas, em geral; a espécie *M. quadrifasciata* é considerada generalista (RAMALHO *et al.*, 1989). Embora pareça visitar grande número de espécies vegetais, para a subespécie *M. quadrifasciata anthidioides* foi observada predominância alimentar em certas épocas do ano, chamada especialização temporária, quando há oferta de recurso atrativo, devido à abundância em determinados períodos do ano (WILMS; WIECHERS, 1997; ANTONINI *et al.*, 2006; OLIVEIRA-ABREU *et al.*, 2014). A respeito da subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata*, estudos sobre suas fontes florais utilizadas para obtenção de alimento são escassos (ANTONINI *et al.*, 2006). A subespécie sofreu drástica redução de suas populações na sua área natural de distribuição, o que levou ela ser classificada como criticamente ameaçada de extinção em nível nacional (TOSSULINO *et al.*, 2006; BRASIL, 2014), no nível estadual nos estados do Rio Grande do Sul (BLOCHTEIN; HARTER-

MARQUES, 2003) e Paraná (IAP, 2009). Um estudo recente aponta, ainda, que essa subespécie sofrerá potencial redução na sua distribuição com as mudanças climáticas projetadas para os próximos anos (TEIXEIRA; SILVEIRA; HARTE-MARQUES, 2018).

Assim sendo, a realização de estudos sobre as preferências florais dessa subespécie se torna fundamental para fornecer informações essenciais para sua conservação e seu manejo. Além do mais a mandacariá *Mq* tem grande importância econômica na meliponicultura, tendo seu mel muito apreciado, e na polinização de diversas espécies agrícolas (DEL SARTO *et al.*, 2005; BARTELLI *et al.*, 2014; BARTELLI; NOGUEIRA-FERREIRA, 2014).

A principal causa do declínio das populações de *M. quadrifasciata quadrifasciata* é a drástica redução e fragmentação da cobertura florestal original da Mata Atlântica, o que limita os recursos disponíveis, elimina sítios adequados para nidificação e isola pequenas populações, inviabilizando sua manutenção a longo prazo (BLOCHTEIN; HARTE-MARQUES, 2003). De fato, a cobertura vegetal original do Bioma está reduzida a 12,5% (SOS MATA ALTÂNTICA, 2014) e a vegetação remanescente nesse bioma é extremamente fragmentada (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Esta redução na cobertura vegetal da Mata Atlântica está relacionada, principalmente, ao processo de urbanização (DUARTE *et al.*, 2017), que gera profundas alterações no ambiente natural (AMORIM, 2010). Tais alterações fazem com que a paisagem se divida em mosaicos de distintos ambientes que diferem na riqueza e composição florística, dando origem a ambientes com condições e recursos diferenciados a serem explorados pela fauna (MENDONÇA, 2005). De acordo com Taki e Kevan (2007), alterações na paisagem afetam diretamente as comunidades de insetos polinizadores, resultando em mudanças nas taxas de especialização e generalização, sendo que os polinizadores tendem a ser mais generalistas com a perda de habitat.

Insetos polinizadores generalistas podem se beneficiar de áreas urbanas, como parques urbanos, jardins e quintais, que possuem uma vegetação com grande número de recursos florais, e que fornece esses recursos durante o ano todo (TAURA; LAROCA 2001; AGOSTINI; SAZIMA, 2003). Segundo esses autores, a presença de plantas ornamentais pode aumentar a oferta alimentar, o que facilita a manutenção de colônias perenes de abelhas com coleta de recursos, inclusive no inverno. Se tratando de mandacariá *Mq*, Antonini *et al.*, (2006) observaram que a manutenção das colônias dessas abelhas em meio urbano é diretamente relacionada com a composição floral e qualidade da vegetação existente.

As plantas que servem de fonte de alimento para abelhas são identificadas basicamente de duas maneiras: através de observação do forrageamento das operárias ou pela análise do

pólen coletado que é transportado para os ninhos (OLIVEIRA; ABSY; MIRANDA, 2009). O método de análise de pólen foi proposta por Louveaux, Maurizio e Vorwohl (1978) e, desde então, é utilizado para avaliar a origem floral de produtos apícolas, principalmente do mel (BARTH; LUZ, 1998, MORETI *et al.*, 2002; ANTONINI *et al.*, 2006), assim como para investigar os recursos florais utilizados por abelhas sociais nativas e a atratividade relativa em dado período ou habitat em diversas regiões do Brasil, principalmente na Amazônia e no Sudeste (ABSY; KERR, 1977; RAMALHO *et al.*, 1989, 1991, 1994; MARQUES-SOUZA, 1996; WILMS; WIECHERS, 1997).

A palinologia utilizada em estudos de interação entre plantas e visitantes florais permite o conhecimento sobre o processo de polinização, a origem floral do mel, conhecimento da dieta e preferências alimentares dos visitantes florais e a competição entre as diferentes classes de polinizadores (MICHENER, 2007). Estas informações facilitam a compreensão das ligações tróficas, ecológicas e evolutivas entre grupos de insetos e de plantas (NOVAIS *et al.*, 2013).

Análises mensais fornecem calendário floral importante, que pode ser utilizado para identificação do nicho trófico e mudanças nos padrões de forrageamento (LUZ, THOMÉ, BARTH 2007). Também permite a verificação de particularidades nos ecossistemas, podendo ser identificados potenciais produtivos de uma área, possibilidades de manejo ou recuperação da vegetação, no caso de áreas degradadas, por meio do serviço ecossistêmico realizado pelas abelhas (MARQUES *et al.*, 2011).

Neste contexto, o desenvolvimento de um estudo sobre as preferências florais da subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata* em ambiente natural e ambiente urbanizado, permitirá comprovar se a espécie é generalista ou possui hábitos alimentares especializados. Além disso, permitirá avaliar o efeito da fragmentação sobre a dinâmica na obtenção de recursos polínicos desta espécie e fornecerá subsídios para projetos que visam o restabelecimento de áreas degradadas e o manejo e conservação das espécies de plantas e da própria espécie de abelha.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o nicho trófico de *M. quadrifasciata quadrifasciata* em ambiente natural e urbano da Mata Atlântica no sul de Santa Catarina.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

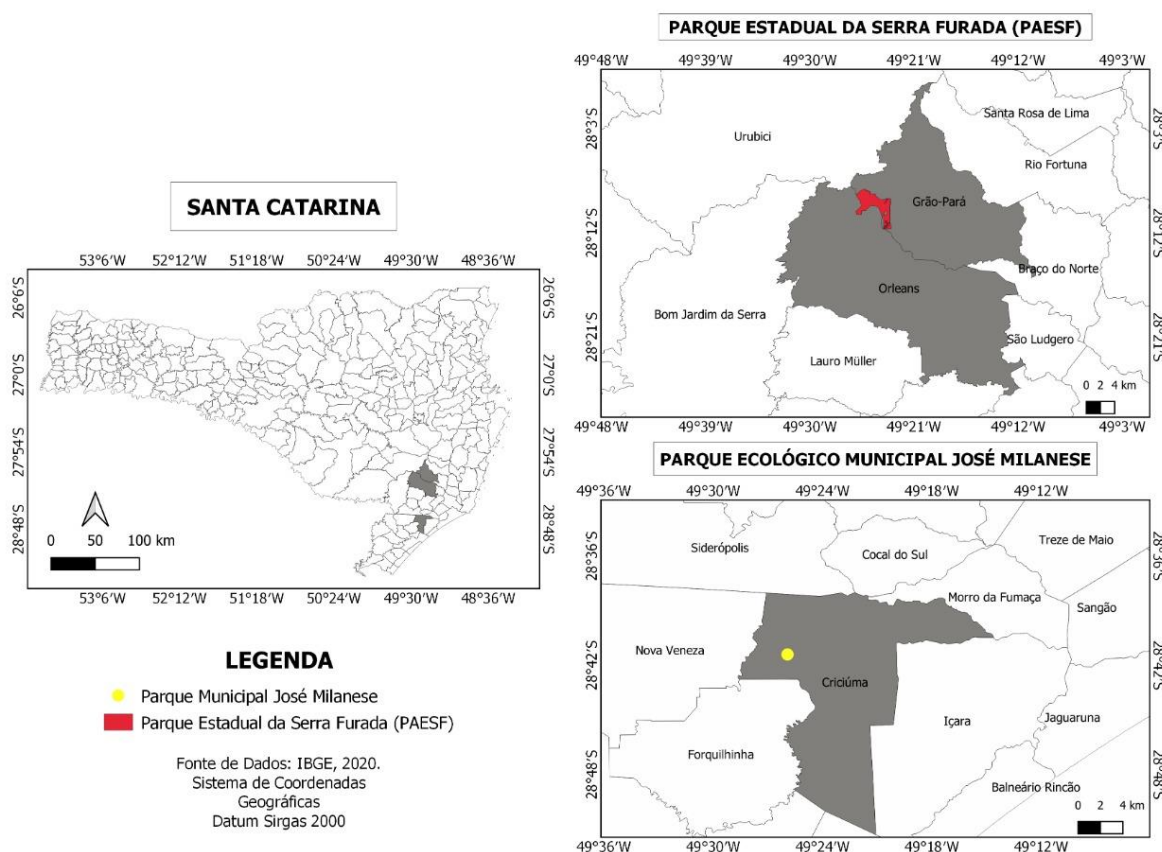
- Detectar as espécies melíferas que as operárias de *M. quadrifasciata quadrifasciata* utilizam para obtenção dos recursos polínicos nas duas áreas do estudo.
- Avaliar a variação temporal no uso dos recursos florais para obtenção de pólen pelas abelhas de *M. quadrifasciata quadrifasciata* nas duas áreas de estudo.
- Verificar se existem preferências florais para obtenção dos recursos polínicos ao longo do ano por *M. quadrifasciata quadrifasciata* nas duas áreas do estudo.
- Determinar qual o tipo de comportamento utilizado por *M. quadrifasciata quadrifasciata* na coleta do pólen nas duas áreas de estudo.
- Comparar os métodos de obtenção das análises polínicas (cargas das operárias ou potes no interior das colmeias) quanto à eficiência na detecção da riqueza dos tipos polínicos utilizados pela espécie nas duas áreas do estudo.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em duas áreas localizadas no Sul de Santa Catarina, Brasil (Figura 1). A primeira área corresponde a um ambiente natural, situado no Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) localizado nos municípios de Orleans e Grão-Pará, região sul do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 49°25'17" e 49°22'58" de longitude Oeste e 28°08'13" e 28°11'36" de latitude Sul. A segunda área é um fragmento florestal urbano, denominado Parque Ecológico Municipal José Milanese (PEMJM), situado na cidade de Criciúma, nas coordenadas geográficas 28°48' S e 49°25' O.

**Figura 1** –Localização do ambiente natural (Parque Estadual Serra Furada) e do ambiente urbano (Parque Ecológico Municipal Jose Milanese) localizados no extremo sul de Santa Catarina, Brasil.



Fonte: da autora.

O Parque Estadual da Serra Furada (PAESF) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada em 20 de junho de 1980. Possui área de 1.330 ha com variação entre

400 e 1.480m de altitude (FATMA, 2010). O clima da região do PAESF é classificado, de acordo com Koppen, como Cfa, mesotérmico úmido com verão quente nas áreas inferiores, porém, nas áreas de maior altitude próximo ao planalto Catarinense, é classificado como Cfb (mesotérmico úmido com verão ameno) (ALVARES *et al.*, 2013). Dados das Normais climatológicas da Estação Meteorológica de Orleans, que é a estação mais próxima da área de estudo dentro do Parque, revelam os meses de dezembro a março como os mais quentes (temperatura máxima média acima de 25°C), julho como o mês mais frio com média de temperatura mínima de 7,8°C, podendo incidir em temperaturas abaixo de zero no período entre abril e agosto (FATMA, 2010). A precipitação média anual é de 1500mm (EPAGRI, 2001) com maior precipitação nos meses de janeiro a março (FATMA, 2010).

A vegetação do PAESF está inserido no bioma Mata Atlântica, caracterizado pela Floresta Ombrófila Densa com as formações Submontana, Montana e Alto-Montana (FATMA, 2010) em estágios sucessionais com espécies pioneiras até clímax (SANTOS *et al.*, 2016). A área do presente estudo está inserida na formação Floresta Ombrófila Densa Montana, que corresponde à formação predominante do Parque, que, de acordo com o IBGE (2012), desenvolve-se em altitudes de 400 até aproximadamente 1.000 metros.

O Parque Ecológico Municipal José Milanese (PEMJM) possui área total de 7,7 ha e está localizado no bairro Mina União na área periférica do município de Criciúma, Santa Catarina. O Parque possui 5,2 ha de área com fragmento urbano de Floresta Ombrófila Densa Submontana com altitude de 34 m. A área passou por cortes seletivos nos anos de 1980 e, atualmente, apresenta estágio sucessional avançado de regeneração natural (ELIAS *et al.*, 2018). A classificação de clima para a região de Criciúma, segundo Koppen, é subtropical úmido, sem estação seca definida e com verão quente (Cfa) (ALVARES *et al.*, 2013). A precipitação pluviométrica anual pode variar de 1.220 a 1.660 mm, com o total anual de dias de chuva entre 102 e 150 dias (EPAGRI, 2001).

### 3.2 COLETAS DE DADOS

Nesta pesquisa, define-se como nicho trófico os recursos florais polínicos que foram coletados pelas operárias de mandacaiá Mq para fornecer alimento proteico para as larvas da espécie de abelha estudada. As plantas visitadas para a coleta de néctar para obtenção de energia na fase adulta das abelhas não foram consideradas, considerando que na coleta de néctar, muitas

vezes, as abelhas realizam visitas ilegítimas, não polinizando as flores, sendo consideradas pilhadoras de néctar (INOYE, 1980).

Para obtenção das amostras polínicas da espécie, foram instaladas três colônias em cada área, distantes entre si por dois metros, no caso do PEMJM, e 10 m no PAESF. Em ambas as áreas, foram realizadas coletas mensais entre dezembro de 2019 e novembro de 2020. Entretanto, devido às restrições impostas pelos órgãos competentes em resposta a pandemia do COVID-19, não foi possível a coleta referente ao mês de março de 2020 na área de ambiente natural.

A coleta das amostras de pólen ocorreu por meio de dois métodos. A primeira consistiu em captura com rede entomológica de 10 abelhas que estavam retornando para as suas respectivas colônias. Após a captura, foi verificado a presença de grãos de pólen nas corbículas e, em caso afirmativo, as cargas polínicas foram retiradas com o auxílio de palitos de madeira e armazenadas em tubos de *Eppendorf* (1,5 ml), para posterior confecção das lâminas e análises do pólen. Após a retirada das cargas polínicas, as abelhas foram acondicionadas individualmente em um recipiente com orifícios de ar e, depois da coleta de todas as amostras foram libertadas. o segundo método constituiu na coleta do pólen contido em todos os potes de pólen encontrados abertos no interior dos ninhos, representando o pólen recentemente coletado pelas abelhas. As amostras contidas nos potes também foram retiradas com o auxílio de palitos de madeira e armazenadas em tubos de *Eppendorf* (1,5 ml). Ao final de cada campo as amostras coletadas em ambos os métodos, foram levadas ao Laboratório de Interação Animal-Planta da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) para a confecção das lâminas de pólen.

### 3.3 CONFECÇÃO DAS LÂMINAS E IDENTIFICAÇÃO DO PÓLEN

A preparação das lâminas de pólen foi realizada conforme método descrito por Barth (1970), onde adicionou-se água nos tubos de *Eppendorf*, seguido de homogeneização e suspensão do pólen a ser utilizado na confecção das lâminas. A confecção das lâminas foi realizada, transferindo uma amostra de cada tubo para uma lâmina microscópica, seguido por um processo de secagem para retirada da água com auxílio de placa de aquecimento. Após a secagem foi acrescentado gelatina glicerinada de Kaiser e as amostras cobertas com lamínulas, secas ao ar livre e vedadas com esmalte incolor (BARTH, 1970; 1988).

A identificação quantitativa e qualitativa do pólen ocorreu por meio de análise microscópica das lâminas de contagem de 500 grãos de pólen e consulta em literatura especializada como catálogos, livros e artigos que continham imagens ilustrativas de grãos de

pólen similares ao pólen a ser analisado. A identificação dos grãos de pólen, ainda, foi confrontada com a época de floração de cada tipo polínico nos levantamentos florísticos realizados por Santos *et al.* (2016) na área de ambiente natural e por Elias *et al.* (2018) no ambiente urbano, para certificar a correta identificação.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados dos grãos de pólen nas lâminas das amostras ocorreu de forma qualitativa e quantitativa. Os grãos de pólen contidos nas lâminas foram identificados qualitativamente por meio de consulta de literatura especializada, ao exemplo de: Grãos de pólen de plantas vasculares do Estado do Rio de Janeiro Brasil volumes I, II, III e IV (YBERT, 2016, 2017 e 2018); Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no campus da USP de Ribeirão Preto (SILVA, 2014). Na identificação dos grãos de pólen foi usado o termo "tipo polínico", que significa pólen de uma única espécie de planta, bem como, um grupo de espécies ou *taxa* mais alto que apresentam morfologia polínica semelhante.

A análise quantitativa foi realizada por meio da contagem de 500 grãos de pólen por amostra com auxílio de microscópio ótico. Os tipos polínicos encontrados foram agrupados, seguindo os seguintes critérios internacionais propostos por Louveaux *et al.* (1978), em: pólen dominante (PD) – mais de 45% do total de grãos de pólen contados; pólen acessório (PA) – de 16 a 45%; pólen isolado (PI) – até 15%, subdividido em: pólen isolado importante (PII) – 3 a 15% e pólen isolado ocasional (PIO) – menos de 3%. As fontes florais que se apresentaram como polens dominantes em uma amostra foram consideradas as mais importantes para obtenção de pólen para as abelhas no mês da coleta.

Levando em consideração que as duas áreas possuem composições específicas particulares, mas compartilham táxons em nível de Gênero, todas as análises estatísticas foram realizadas considerando o nível genérico do material polínico.

Para avaliar o efeito das diferentes áreas sobre a composição genérica do material polínico, os dados das amostras foram plotados por meio de Escalonamento Multinacional Não-Métrico (NMDS) (CLARKE, 1993). Ainda, com a finalidade de atestar a significância dos métodos de amostragem aplicados sobre a composição dos tipos polínicos, foi utilizada Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) (WANG *et al.*, 2012). Esta análise foi executada com o uso do índice de similaridade de Morisita-Horn (CLARKE, 1993), considerando 999 permutações.

Os dados de riqueza em nível de gênero ao longo dos meses foram plotados em diagramas de roseta. Pelo mesmo método foi expressa a flutuação na abundância relativa do material polínico apenas para as famílias mais representativas em relação à abundância em comparação com as demais famílias botânicas.

Todas as análises e figuras foram feitas por meio do software R (R CORE TEAM, 2018), utilizando os pacotes, “ggplot2” (HADLEY WICKHAM, 2016) e “vegan” (OKSANEN *et al.*, 2017).

#### 4 RESULTADOS

No total, foram identificados 23 tipos polínicos nas cargas corbiculares e ninhos de *M. quadrifasciata quadrifasciata* nas duas áreas de estudo, pertencentes a 12 famílias botânicas, sendo 18 tipos polínicos no ambiente urbano e 15 tipos polínicos no ambiente natural. Para o ambiente urbano, foram encontrados 16 tipos polínicos nas coletas das cargas corbiculares e 11 tipos polínicos pelo método de coleta nos ninhos. No ambiente natural foram detectados 15 tipos polínicos nas cargas corbiculares e 10 tipos polínicos nos ninhos (Tabela 1).

Tabela 1 – Tipos polínicos verificados nas duas áreas amostrais com aplicação das duas metodologias de coleta de pólen empregadas (carga corbicular e potes no interior dos ninhos) no sul de Santa Catarina.

Área de estudo		PMJM		PESF	
Família	Espécie	Carga	Ninho	Carga	Ninho
Arecaceae	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> H. Wendl. & Drude	x			
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	x		x	x
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	x			
Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp.	x			
	<i>Mikania</i> sp.			x	
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.			x	x
Cucurbitaceae	<i>Curcubita</i> sp.		x	x	
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	x			
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	x	x	x	x

	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	x				
<b>Melastomataceae</b>	<i>Melastomataceae</i> sp.		x			
	<i>Miconia</i> sp.	x	x	x	x	
	<i>Myrcia</i> sp.	x	x	x		
	<i>Tibouchinasellowiana</i> (Cham.) Cogn.			x	x	
<b>Myrtaceae</b>	<i>Eucalyptus</i> sp. 1	x	x	x	x	
	<i>Eucalyptus</i> sp. 2	x	x	x	x	
	<i>Eucalyptus</i> sp. 3	x	x	x	x	
	<i>Eucalyptus</i> sp.4			x	x	
	<i>Psidiumcattleyanum</i> Sabine	x	x			
<b>Rubiaceae</b>	<i>Psychotriasuterella</i> Müll. Arg.			x		
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus</i> sp.	x	x			
<b>Sabiaceae</b>	<i>Meliosmasellowii</i> Urb.	x		x	x	
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanaceae</i> sp.	x	x	x		
<b>Total de tipos polínicos</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	

Fonte: Autora, (2021).

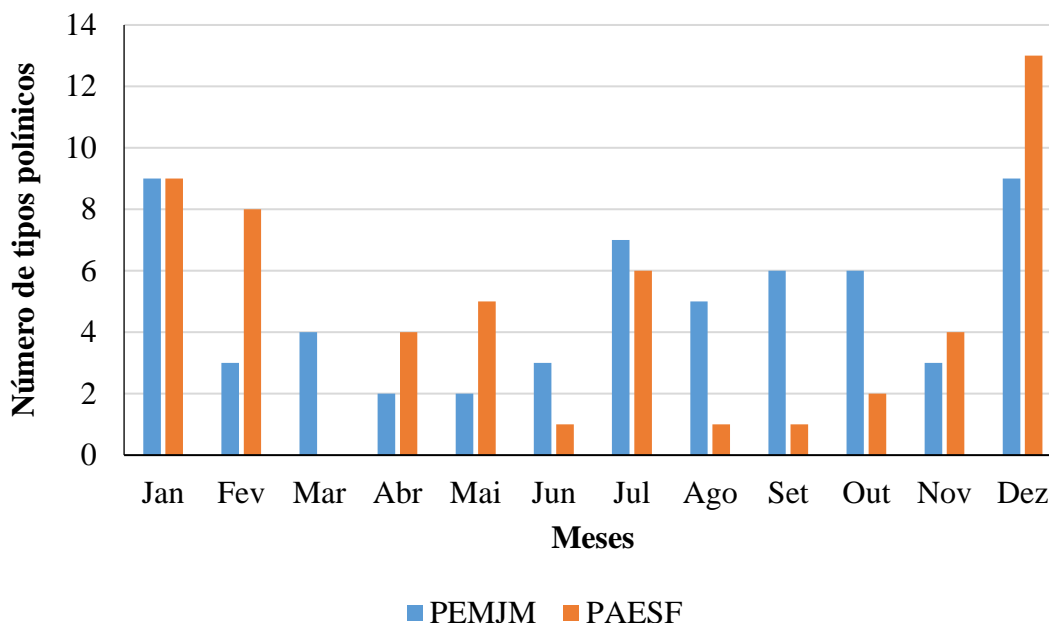
Em relação à comparação entre os métodos de amostragem utilizadas no presente estudo, não houve diferença significativa ( $p = 0,1$ ).

Dentre as famílias visitadas por *M. quadrifasciata quadrifasciata*, Myrtaceae e Melastomataceae foram as mais representativas e abundantes em relação aos tipos polínicos coletados, tanto no ambiente urbano quanto no ambiente natural. As demais famílias registradas foram Arecaceae e Asteraceae com dois tipos polínicos e Aquifoliaceae, Begoniaceae, Cucurbitaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sabiaceae e Solanaceae amostradas com um único tipo polínico em cada área (Tabela 1, Apêndice 1 e 2).

Na área urbana (PEMJM), os meses com maior riqueza na procura de recursos polínicos foram dezembro e janeiro, com nove tipos, respectivamente, e no ambiente natural (PAESF) entre dezembro e fevereiro, variando entre 13 e oito tipos (Figura 2, Apêndice 1 e 2). Além disso, foi observado um segundo momento de maior atividade de coleta de pólen, sendo este nos meses de abril, maio e julho na PAESF e entre junho e outubro no PEMJM (Figura 3).

Por outro lado, os menores registros de tipos polínicos foram detectados entre fevereiro a junho e novembro no PEMJM e no período de agosto a novembro no PAESF (Figura 2, Apêndice 1 e2).

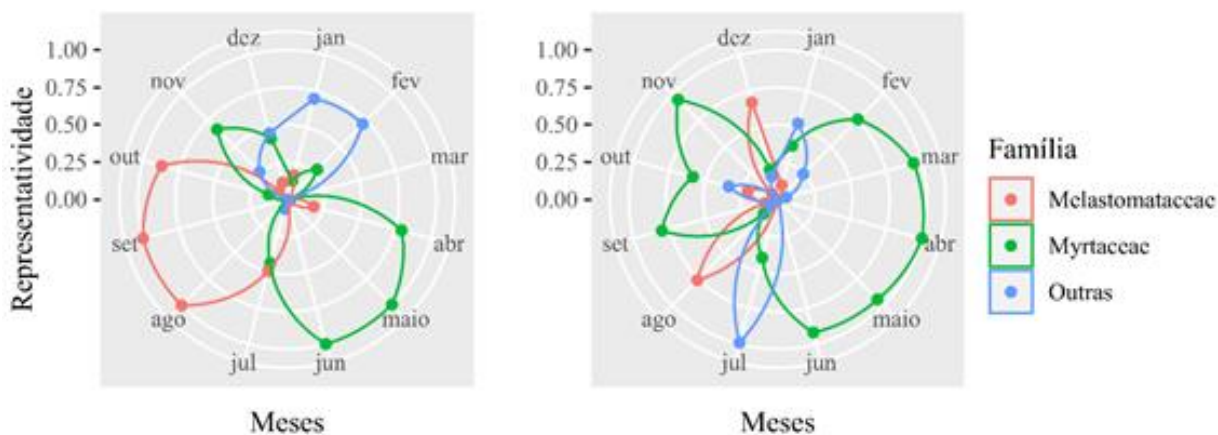
**Figura 2** - Comparação da riqueza de tipos polínicos coletados por *M. quadrifasciata quadrifasciata* ao longo do gradiente sazonal do estudo nas duas áreas de estudo, SC.



Fonte: Autora (2021).

Ao analisar as coletas dos tipos polínicos pertencentes às duas famílias mais representativas nas duas áreas amostrais (Myrtaceae e Melastomataceae) ao longo do período do estudo, notou-se que, na área urbana, a representatividade de Myrtaceae se concentrou entre os meses de fevereiro a junho (Figura 3, à direita), correspondendo ao período onde havia menor quantidade de tipos polínicos coletados (Figura 2, Apêndice 1), e entre setembro e novembro (Figura 3, à esquerda). Enquanto isso, as coletas nas flores de Melastomataceae ocorreram apenas no mês de agosto e dezembro, quando não foram registrados tipos polínicos pertencentes à Myrtaceae. No ambiente natural, foi registrada uma dinâmica sequencial na preferência por tipos polínicos. Entre os meses de abril a julho, as coletas de pólen ocorreram exclusivamente nas flores de Myrtaceae, seguida por coletas apenas em Melastomataceae nos três meses seguintes (agosto, setembro e outubro). Nos meses restantes (novembro a fevereiro), as operárias procuraram o pólen nas demais famílias registradas como fontes no presente estudo (Figura 3, à esquerda).

**Figura 3** - Representatividade dos tipos polínicos de Myrtaceae e Melastomataceae nas amostras coletadas ao longo do período do estudo em comparação com as demais famílias registradas como fontes de pólen no ambiente natural (à esquerda) e na área urbana (à direita), SC.



Fonte: Autora (2021).

Em relação à classificação de abundância, no ambiente urbano cinco tipos polínicos se mostraram como pólen dominante, seguido de oito tipos como pólen acessório, 10 tipos de pólen isolado importante e 11 como pólen isolado ocasional (Figura 4, Apêndice 1). Estes resultados demonstram que, mesmo a espécie visitando variadas fontes florais, existe preferência para determinadas espécies e famílias, já que menos de 40% dos tipos polínicos estão classificados como pólen dominante ou acessório.

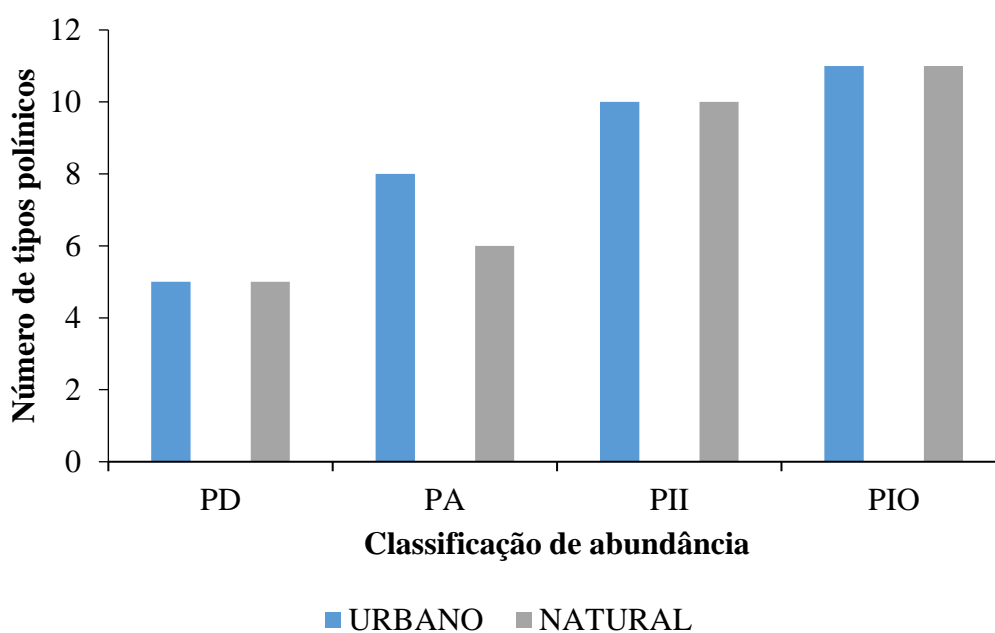
Os cinco tipos registrados como pólen dominante da área urbana pertencem a três famílias, Myrtaceae, Melastomataceae e Solanaceae (Apêndice 1). O tipo polínico mais frequente durante o ano foi do gênero *Eucalyptus* (Myrtaceae), o qual representou 58,8% da amostragem anual, dividido em três espécies do gênero, com dominância nos meses de fevereiro (75,9% *Eucalyptus* sp. 2), março (85,4% *Eucalyptus* sp. 2), maio (94,3% *Eucalyptus* sp. 2), junho (59,9% *Eucalyptus* sp. 3) e setembro (67% *Eucalyptus* sp. 3). O gênero *Eucalyptus* apareceu como pólen acessório nos meses de abril (40,4% *Eucalyptus* sp. 3), junho (32% *Eucalyptus* sp. 2), julho (35,4% *Eucalyptus* sp. 2) e outubro (32,2% *Eucalyptus* sp.2, 19,9% *Eucalyptus* sp. 3). Também surgiu como pólen isolado importante ou pólen isolado ocasional em alguns meses estando presente nas coletas nos 12 meses de estudo. Outra espécie dominante na área urbana foi *Miconia* sp. da família Melastomataceae, com 15,3% da amostragem anual (Apêndice 1), dominante nos meses de agosto (76,2%) e dezembro (60,9%), com pólen acessório em outubro (21,1%) e pólen isolado importante nos meses de janeiro, setembro e novembro. A última espécie dominante foi *Solanaceae* sp (Solanaceae) com 9,6% da

amostragem anual e dominância no mês de abril (59,6%), pólen acessório em julho (45%) e pólen isolado importante em agosto e setembro.

Além das espécies dominantes, se destacaram três espécies que foram classificadas como pólen acessório nas amostras do ambiente urbano. A espécie *Ilex paraguariensis* com pólen acessório no mês de outubro (19,7%), pólen isolado importante no mês de dezembro e pólen isolado ocasional no mês de janeiro. A espécie *Mimosa bimucronata* apresentou pólen acessório no mês de janeiro (19,6%) e fevereiro (24%), pólen isolado importante nos meses de março, maio, junho, julho, agosto e setembro. A última espécie com pólen acessório foi *Citrus* sp. da família Rutaceae com pólen acessório em janeiro (19,6%) e pólen isolado ocasional no mês de dezembro (Apêndice 1).

No ambiente natural, também, cinco espécies foram classificadas como pólen dominante (Figura 4), pertencentes a três famílias: Myrtaceae, Melastomataceae e Sabiaceae (Apêndice 2).

**Figura 4** -Classificação de abundância dos tipos polínicos encontrados nos ninhos e nas corbículas de *M. quadrifasciata quadrifasciata* durante o período de estudo no Parque Ecológico Municipal Jose Milanese, localizado no município de Criciúma, SC (ambiente urbano) e Parque Estadual Serra Furada, localizado no município de Orleans, SC (ambiente natural). Legenda: PD = pólen dominante (mais de 45% do total de grãos de pólen contados); PA = pólen acessório (de 16 a 45%); PII = pólen isolado importante (3 a 15%); PIO = pólen isolado ocasional (menos de 3%).



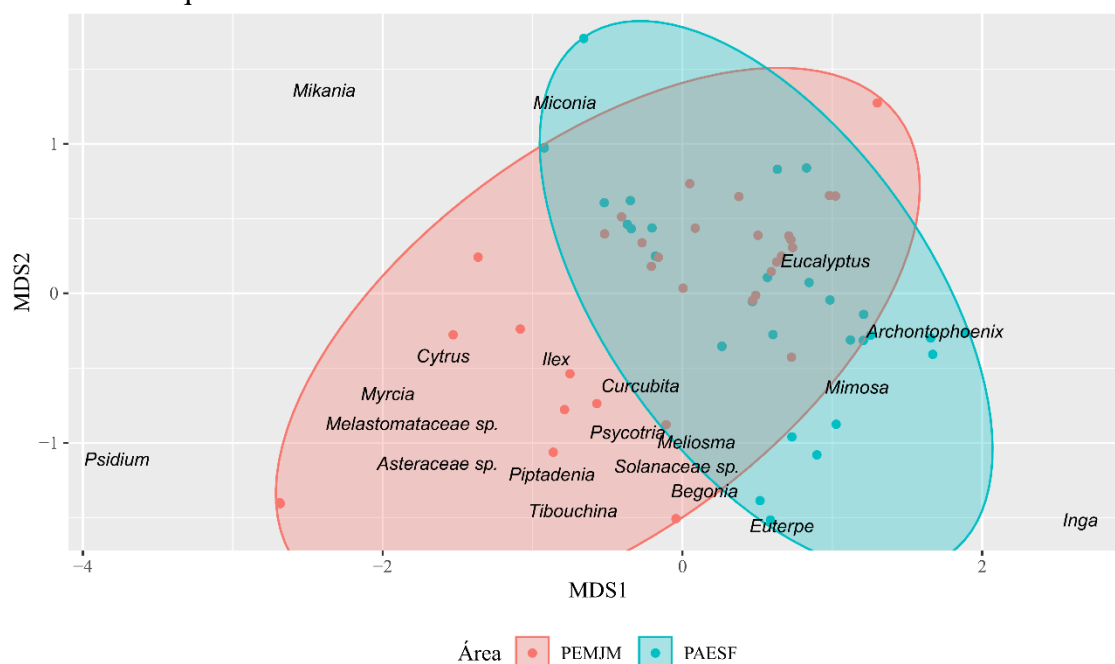
Fonte: Autora (2021).

Assim como no ambiente urbano, o tipo polínico mais frequente durante o ano foi do gênero *Eucalyptus*, com 45,7% da amostragem anual, dividido em quatro tipos polínicos de Eucalypto, que se apresentaram como pólen dominante nos meses de abril (55,6% *Eucalyptus* sp. 1), maio (57,1% *Eucalyptus* sp. 3), junho (100% *Eucalyptus* sp. 1) e novembro (66% *Eucalyptus* sp. 2). O gênero foi registrado como pólen acessório no mês de fevereiro (27% *Eucalyptus* sp.1), abril (23,8% *Eucalyptus* sp.2, 18,4% *Eucalyptus* sp.3), maio (28,3% *Eucalyptus* sp.1), julho (19% *Eucalyptus* sp.1 e 25% *Eucalyptus* sp.2) e dezembro (15,4% *Eucalyptus* sp.1 e 19% *Eucalyptus* sp.2) (Apêndice 2). Outra espécie dominante na área natural foi *Miconia* sp. com 33,1% da amostragem anual. Esse tipo foi dominante nos meses de julho (48,5%), agosto (100%), setembro (100%) e outubro (87%), pólen acessório no mês de janeiro (17,1%) e pólen isolado importante em dezembro. A última espécie dominante foi *Euterpe edulis*, com 12,7% da amostragem anual, se mostrando dominante nos meses de janeiro (59,3%) e fevereiro (70,6%), como pólen isolado importante nos meses de julho e dezembro e pólen isolado ocasional no mês de maio (Apêndice 2).

Além das espécies dominantes, duas espécies, classificadas como pólen acessório, se destacaram no ambiente natural: *Meliosma sellowii* com 24% de representatividade em dezembro e como pólen isolado ocasional nos meses de janeiro, fevereiro e novembro, e *Solanaceae* sp. com pólen acessório no mês de novembro (24,8%) e pólen isolado importante em janeiro.

Em relação à comparação dos tipos polínicos entre as duas áreas, o teste de Escalonamento Multinacional Não-Métrico (NMDS) aponta a formação de dois grupos, ainda que com sobreposição, separando as amostras em relação às áreas de estudo (Figura 5). A análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) mostrou que houve diferença ( $R^2 = 0,043$ ,  $p = 0,01$ ). Destaca-se que a área PEMJM teve riqueza de gêneros superior, sendo detentora de um número maior de gêneros exclusivos (não ocorrentes na área PAESF). As famílias exclusivas do ambiente urbano foram Aquifoliaceae e Rutaceae, com um tipo polínico registrado, respectivamente, e no ambiente natural, as famílias exclusivas foram Begoniaceae e Rubiaceae também representadas por um tipo polínico cada uma (Tabela 1).

**Figura 5** -Representação do teste de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico em relação à composição genérica dos tipos polínicos coletados nas duas áreas de estudo em Santa Catarina. Legenda: PEMJM = Parque Ecológico Municipal José Milanese; PAESF = Parque Estadual da Serra Furada.



Fonte: Autora (2021).

## 5 DISCUSSÃO

Os indivíduos de *M. quadrifasciata quadrifasciata* exploraram grande variedade de plantas para obtenção do pólen nas duas áreas estudadas, o que indica comportamento generalista da espécie na coleta de pólen, de acordo com os critérios propostos por Absy *et al.* (1984). Esses autores, ao estudar amostras de pólen de cinco espécies de *Melipona*, consideraram como generalistas aquelas que utilizavam mais de 10 espécies de plantas. Entretanto, no mesmo estudo, Absy *et al.*, (1984) observaram que *M. quadrifasciata anthidioides*, mesmo considerada generalista, se especializou em certas famílias, incluindo Myrtaceae, como importantes fontes de pólen, corroborando os resultados obtidos no presente estudo para a subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata*, onde as famílias Myrtaceae e Melastomataceae apresentaram tanto maior número de tipos polínicos como maior abundância nas coletas para as duas áreas.

Vários estudos confirmaram uma especialidade floral temporária de espécies do gênero *Meliponae* de outras espécies pertencentes a mesma tribo para determinadas plantas. Por exemplo, Hilgert-Moreira *et al.*, (2013), ao comparar os recursos coletados por *Apis mellifera*

e *Melipona obscurior* em duas áreas rurais da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, observaram que na primeira área, *Melipona obscurior* coletou 23 tipos polínicos pertencentes a nove famílias e 37 tipos polínicos pertencentes a 14 famílias na segunda área. As famílias mais representativas na coleta de tipos polínicos por *M. obscurior* na primeira área foram Myrtaceae e Arecaceae, enquanto que na segunda Myrtaceae, Solanaceae e Primulaceae foram as mais representativas. Oliveira *et al.*, (2009) levantaram os recursos polínicos de quatro espécies de abelhas sem ferrão em uma área urbana da floresta amazônica de Manaus, onde a espécie *Trigona fulviventris* coletou 58 tipos polínicos, *Melipona seminigra* 41 tipos polínicos, *Cephalotrigona femorata* 34 tipos polínicos e *Melipona fulva* 25 tipos polínicos. As famílias mais frequentes na coleta de pólen pelas quatro espécies foram Melastomataceae, Myrtaceae e Fabaceae. Todas as espécies de abelhas estudadas por Oliveira *et al.*, (2009) coletaram números maiores de tipos polínicos, quando comparado aos resultados obtidos nesta pesquisa para *M. quadrifasciata quadrifasciata*, demonstrando que esta subespécie é menos generalista em comparação à outras espécies de abelhas sem ferrão.

No presente trabalho, tanto na área urbana como no ambiente natural, *M. quadrifasciata quadrifasciata* apresentou pólen das famílias Myrtaceae e Melastomataceae como dominante e, em certa época do ano, exclusivo. No caso da área urbana, a família Solanaceae ainda se destacou como fonte preferencial, e no ambiente natural a família Arecaceae. Diversos estudos realizados com a subespécie *M. quadrifasciata anthidioides*, também verificaram preferências florais por essas famílias botânicas em outras regiões. Antonini, Costa e Martins (2006), por exemplo, estudaram a preferência floral de *M. quadrifasciata anthidioides* em uma área urbana na cidade de Minas Gerais. Os autores verificaram que, dos 19 tipos polínicos pertencentes a quatro famílias, as mais frequentes nas amostras de pólen foram Myrtaceae e Solanaceae, corroborando os nossos resultados obtidos para a área urbana. Ainda, em um estudo realizado em um ambiente natural da Mata Atlântica sobre o forrageamento de *M. quadrifasciata anthidioides*, Oliveira-Abreu *et al.*, (2014) registraram 24 tipos polínicos pertencentes a 16 famílias, sendo os tipos de pólen mais frequentes foram das famílias Myrtaceae, Melastomataceae, além de Solanaceae. Freitas *et al.*, (2017) e Barth; Freitas e Vanderborght (2020) observaram as famílias Myrtaceae e Melastomataceae como preferências florais de *M. quadrifasciata anthidioides* no Rio de Janeiro e a família Myrtaceae também aparece como preferência floral em um estudo realizado em uma área de Caatinga (Oliveira *et al.*, 2016). Esses resultados indicam que, para as duas subespécies de *Melipona quadrifasciata*, existe predominância alimentar, chamada especialização temporária, quando estão disponíveis recursos atrativos e em abundância em determinados períodos do ano, conforme proposto para

outras abelhas sem ferrão (WILMS; WIECHERS, 1997; ANTONINI *et al.*, 2006; OLIVEIRA-ABREU *et al.*, 2014).

Dentre a família Myrtaceae, todos os trabalhos acima citados, assim como o presente estudo, registraram tipos polínicos pertencentes ao Gênero *Eucalyptus* como os mais representativos, pelo menos em uma época do ano, nas amostras coletadas. Em todas as áreas estudadas, tanto em ambiente natural quanto em urbano, foi relatada e observada a existência de plantio de monocultura de *Eucalyptus spp.* nas proximidades das áreas amostrais, que se encontram dentro do limite de forragimento de espécies de *Melipona*, que foi estimada em 2.100 metros, ao exemplo de *Melipona mandacaia* (KUHN-NETO *et al.*, 2009).

A procura da madaçaia por essa fonte polínica, provavelmente, está relacionada ao fato que as espécies pertencentes a esse Gênero e à Família, oferecem recursos em abundância, apresentando floração em massa com oferta de grande quantidade de flores e seus recursos em curto período de tempo (ROUBIK, 1992). Além disso, a forma e cor das flores de *Eucalyptus* da Família, em geral, facilitam a acessibilidade ao recurso, visto que são, geralmente, de cor branca, com estames numerosos, que atuam como atrativos visuais para as abelhas (LANDRUM; KAWASAKI, 1997). Os estudos realizados por Machado *et al.*, (2020) e Freitas *et al.*, (2017) também ressaltaram que as abelhas sem ferrão coletam recursos disponíveis em abundância e, além da quantidade de oferta disponível, procuram os durante épocas em que há poucas espécies em flor. Esse comportamento foi observado no presente estudo, onde a madaçaia concentrou as suas coletas nos tipos polínicos de Myrtaceae, principalmente, de *Eucalyptus*, nas suas coletas nos meses correspondendo às estações outono e inverno nas áreas amostradas.

Melastomataceae é uma importante fonte de pólen para várias espécies do Gênero *Melipona* (Antonini *et al.*, 2006). A preferência por esta Família pode estar relacionada ao fato de as flores possuírem anteras poricidas, liberando o pólen através de poros apicais, ao invés de aberturas longitudinais (VOGEL, 1978), o que exige comportamento específico por parte dos visitantes florais para obtenção do pólen, chamado de polinização por vibração – *buzzpollination* (BUCHMANN, 1983; FERREIRA, 2010; NUNES-SILVA *et al.*, 2010; RENNER, 1989). Aproximadamente 70 famílias botânicas apresentam anteras poricidas, incluindo alguns produtos agrícolas mais importantes do mundo, como tomate e batata, entre outros (BUCHMANN, 1983). Entre elas, Melastomataceae é considerada a maior, em número de espécies, que depende de polinização por vibração como resultado de longa história de coevolução (PROENÇA, 1992). Essa coevolução da polinização por vibração está sendo relacionada à necessidade das plantas para restringir o acesso ao pólen, reduzindo a perda de

gametas para polinizadores ineficientes que removem pólen com pouca ou nenhuma contribuição para a deposição nos estigmas (De LUCA; VALLEJO-MARÍN, 2013).

Entre os visitantes florais, a habilidade de vibração para liberação do pólen das anteras poricidas se restringe às abelhas e foi registrada em várias espécies desse grupo taxonômico (BUCHMANN, 1983). Entretanto, no que tange as abelhas sociais, apenas abelhas sem ferrão do Gênero *Melipona* foram relatadas como sendo capazes de realizar esse tipo de polinização por vibração (ROUBIK, 1989; HARTER *et al.*, 2002). Assim sendo, esta particularidade no comportamento de forrageio de *M. quadrifasciata quadrifasciata* pode resultar na diminuição da sobreposição no uso de recursos e na redução da competição interespecífica entre a comunidade de abelhas que coexistem localmente (WILMS; WIECHERS, 1997).

No presente trabalho, foi encontrada diferença na exploração dos recursos por *M. quadrifasciata quadrifasciata* entre o ambiente natural e urbano, o que deve estar relacionada a grande quantidade de tipos polínicos registrados como pólen acessório e/ou pólen isolado (mais que 60%). Isso indica que a subespécie utiliza diferentes espécies como fontes alternativas ou suplementares, de acordo com a disponibilidade no ambiente. Entretanto, a manutenção das suas populações, aparentemente, não depende destes recursos, visto que foram explorados durante um curto período (dois meses) ao longo do ano (Figura 4) e com baixa abundância.

O fato que, nas duas áreas, as operárias concentraram suas coletas durante longos períodos, principalmente, em espécies de Myrtaceae e Melastomataceae, indica que a subespécie consegue sobreviver em diversos ambientes, independente do estado de conservação, desde que estão disponíveis espécies dessas duas famílias botânicas. Espécies da família Myrtaceae, por exemplo, são facilmente encontradas nos quintais de ambientes urbanos, já que possuem potencial alimentício, como jabuticaba, pitanga, entre outras (LORENZI *et al.*, 2006). Assim sendo, a implantação de colônias desta subespécie poderia se tornar uma medida viável e importante para o incremento do serviço da polinização prestada por ela nos mais diversos ambientes, inclusive em áreas alteradas, auxiliando no sucesso reprodutivo das plantas e, conseqüentemente, na regeneração e manutenção das comunidades vegetais. Além disso, tais medidas contribuirão para a conservação da própria subespécie que é considerada como ameaçada de extinção em nível nacional (TOSSULINO *et al.*, 2006).

Os resultados referentes aos métodos de amostragem dos tipos polínicos revelaram que não houve diferença nos tipos polínicos para as cargas corbiculares em relação aos potes de pólen nos dois ambientes estudados. Este resultado se diferencia do estudo de Malagodi-Braga e Kleinert (2009) que compararam esses dois métodos para a espécie *Nannotrigona*

*testaceicornis* e identificaram que o número das fontes de pólen nas cargas corbiculares foi quase o dobro do encontrado nas amostras dos potes de armazenamento. Entretanto, as autoras acima citadas ressaltam que, tanto nas amostras das cargas corbiculares como nos potes de armazenamento, a espécie estudada por elas concentrou as suas coletas em poucos tipos polínicos, corroborando os resultados obtidos no presente estudo para *M. quadrifasciata quadrifasciata*. Assim sendo, parece que qualquer dos dois métodos de amostragem aplicadas em estudos para detectar preferências de fontes polínicas para o provisionamento da prole, é válido. Por outro lado, a análise das cargas de pólen nas corbículas dessas abelhas pode fornecer informações detalhadas sobre o comportamento de forrageamento das abelhas em relação aos recursos coletados (néctar, pólen, resina), variações diárias nas coletas e dinâmica de consumo do pólen no interior do ninho (MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 1994; WILMS; WIECHERS, 1997).

## 6 CONCLUSÕES

A subespécie *M. quadrifasciata quadrifasciata* pode ser considerada especialista na coleta de pólen quando uma espécie de planta de seu interesse foi produtiva, oferecendo uma grande quantidade de pólen. Alternativamente, em épocas quando não há floração dessas espécies, as operárias suprimem suas necessidades em outras espécies e visitam uma quantidade maior de espécie em floração, tornando-se generalistas. Essa tendência foi observada em ambas as áreas estudadas, o que indica que as preferências florais independem do estado da conservação do ambiente, mas dependem da presença de espécies, principalmente, das famílias Myrtaceae e Melastomataceae.

Espécies de *Eucalyptus* e de *Miconia* desempenham um papel importante na manutenção da subespécie, pois fornecem uma grande quantidade de recursos, principalmente, durante épocas em que há poucas espécies em flor.

Ficou evidente que a subespécie mostrou preferências na coleta de pólen, independente do ambiente estudado, em espécies que apresentaram duas estratégias que as angiospermas evoluíram. Uma delas, é a estratégia de floração em massa que fornece recursos em quantidade tal abundante que evita a competição entre as espécies da comunidade de visitantes florais. A outra estratégia preferida foi o oferecimento do pólen através de anteras poricidas, o que restringe o acesso a espécies visitantes florais que evoluíram a capacidade de vibração para

liberação do recurso, reduzindo, também, a competição interespecífica entre as comunidades locais de abelhas.

Entretanto, estudos de longa duração são necessários em diversos ambientes a fim de verificar variações nos padrões sazonais, assim como aprofundar as investigações acerca das preferências florais pela subespécie em relação aos ambientes estudados e seu estado de conservação.

## REFERÊNCIAS

- ABSY, M. L.; KERR, W. E. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigramerrillae* em Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 309-315, 1977.
- ABSY, M.L.; CAMARGO, J.M.F.; KERR, W.E. & MIRANDA, I.P.A. 1984. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia** 44(2): 227-237.
- AGOSTINI, Kayna; SAZIMA, Marlies. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, [S.L.], v. 62, n. 3, p. 335-343, 2003. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052003000300001>.
- ALVES-DOS-SANTOS, Isabel *et al.* Quando um visitante floral é um polinizador? **Rodriguésia**, [s.l.], v. 67, n. 2, p.295-307, jun. 2016. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201667202>.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Climatologia E Gestão Do Espaço Urbano. **Mercator**, Presidente Prudente, p. 71-90, dez. 2010.
- ANTONINI, Y.; COSTA, R. G.; MARTINS, R. P. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae: Meliponina) in an urban forest fragment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2, p.463-471, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-69842006000300012>.
- BARTELLI; B.F.; SANTOS, A.O.R.; NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Colony performance of *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Meliponina) in a Green house of *Lycopersiconesculentum* (Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, p. 60-67, 2014. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v61i1.60-67>.
- BARTELLI, B.F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera, Meliponina) in green houses with *Solanumlycopersicum* L. (Solanaceae). **Sociobiology**, v. 61, p. 510-516, 2014. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.510-516>.
- BARTH, O. M.; FREITAS, A. S.; VANDERBORGHT, B. Pollen preference of stingless bees (*Melipona rufiventris* and *M. quadrifasciata anthidioides*) inside na urban tropical forest at Rio de Janeiro city, **Journalof Apicultural Research**, v. 59, n. 1, p. 1 – 6, 2020. DOI: 10.1080/00218839.2020.1714863.
- BARTH, O. M.; LUZ, C. F. P. Melissopalynological data obtained from a mangrove are anearto Rio de Janeiro, Brazil. **Journalof Apicultural Research**, London, v. 37, n. 2, p. 155-163, 1998.

BARTH, O. M.; MELHEM, T. S. **Glossário ilustrado de palinologia**. Campinas: UNICAMP, 1988. 77p.

BARTH, O. M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 42, p. 351- 366, 1970.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, [s.l.], v. 37, n. 2, p. 240-258, 2006. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2006014>.

BLOCHTEIN, B.; HARTE-MARQUES, B. Himenópteros. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (Orgs.) **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 95-109.

BUCHMANN, S. L. Buzzpollination in angiosperms. In: JONES, C. E.; LITTER, R. J. (Eds) **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand. pp 73 – 113, 1983.

CLARKE K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Austr J Ecol**, 1993 18:117–143.

DEL SARTO, M.C. L.; PERUQUETTI, R.C.; CAMPOS, L.A.O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 260-266, 2005. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-98.2.260>.

De LUCA, P. A.; VALLEJO-MARÍN, M. What's the 'buzz' about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 16, p. 1 – 7, 2013.

DUARTE, Taise Ernestina Prestes *et al.* O Papel da Cobertura Vegetal nos Ambientes Urbanos e sua Influência na Qualidade de Vida nas Cidades. **Desenvolvimento em Questão**, [S.L.], v. 15, n. 40, p. 175, 11 ago. 2017. Editora Unijui. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2017.40.175-203>.

ELIAS, G. A. et al. Árvores De Um Fragmento Florestal Urbano Em Santa Catarina, Sul Do Brasil: Florística E Estrutura. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.1755-1769, 2018. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509835335>.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina 2001. Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense: UPR 8, EPAGRI, Florianópolis.

FATMA - Fundação do Meio Ambiente 2010. Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra Furada: Plano Básico: Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA-SC). Socioambiental Consultores Associados, Florianópolis.

FERREIRA, Marcos G.; MANENTE-BALESTIERI, Fátima C. D.; BALESTIERI, José B. P.. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [S.L.], v. 54, n.

2, p. 258-262, jun. 2010. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0085-56262010000200008>.

FREITAS, Alex da Silva de *et al.*

Pollen resources used by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepelletier in an urban forest in Rio de Janeiro city, Brazil. **Palynology**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 392-399, 18 set. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01916122.2017.1363827>.

GOSTINSKI, L. F. *et al.* Nicho trófico e partição de fontes polínicas por duas espécies de *Melipona* (Hymenoptera, Apidae) na Amazônia Oriental. **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 22, n. 04, p.449-462, 2018. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2018.2204.08>.

HADLEY WICKHAM (2016). tidyverse: Easily Install and Load the Tidyverse. R package version 1.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyverse>.

HARTER, B.; LEISTIKOW, C.; WILMS, W.; TRUYLIO, B.; ENGELS, W. Bees collecting pollen from flowers with poricidal anthers in a South Brazilian *Araucaria* forest: a community study. **Journal of Apicultural Research**, v. 40, n. 1-2, p. 9 – 16, 2002.

HILGERT-MOREIRA, Suzane B. *et al.* Pollen resources and trophic niche breadth of *Apis mellifera* and *Melipona obscurior* (Hymenoptera, Apidae) in a subtropical climate in the Atlantic rain forest of Southern Brazil. **Apidologie**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 129-141, 17 set. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-013-0234-5>.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.  
IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **Plano de conservação para abelhas sociais nativas sem ferrão**. Projeto Paraná Biodiversidade. Curitiba, 2009. 29 p.

INOUE, D. W. The terminology of floral larceny. **Ecology**, v. 61, n. 5, p. 1251-1253, 1980.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha uruçu: biologia, manejo e conservação**. Paracatu: Acangaú, 1996.

KERR, W.E. Population genetic studies in bees. 2. Sex-limited genes. **Evolution**, 30:94-99. 1976. doi: 10.1111/j.1558-5646.1976.tb00885.x.

KUHN-NETO, Bruno *et al.* Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. **Apidologie**, [S.L.], v. 40, n. 4, p. 472-480, 28 mar. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1051/apido/2009007>.

LANDRUM, Leslie R.; KAWASAKI, Maria Lucia. The Genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, [S.L.], v. 49, n. 4, p. 508, out. 1997. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2307/2807742>.

LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World**, v. 59, n. 4, p. 139-157, 1978.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2006.

LUZ, C. F. P.da; THOMÉ, M. L.; BARTH, O. M. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 30, n. 1, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-84042007000100004>.

MACHADO, Tatiana *et al.*

How landscape composition affects pollen collection by stingless bees? **Landscape Ecology**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 747-759, 14 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-020-00977-y>.

MARQUES, L. J. P. et al. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.141-149, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062011000100017>.

MARQUES-SOUZA, A. C. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manausensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1 /2, p. 77-86, 1996.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, Enrique et al. Foraging of *Nannotrigona testaceicornis*, *Trigona* (*Tetragonisca*) *angustula*, *Scaptotrigona mexicana* and *Plebeia* sp. in the Tacanáregion, Chiapas, Mexico. **Grana**, [S.L.], v. 33, n. 4-5, p. 205-217, ago. 1994. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00173139409429001>.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Cortez, 8. ed. 2005.

MICHENER, C. D. **The bees of the World**. 2ª Ed., Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2000.

MINCLEY, R. L.; ROULSTON, T. H. Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: WASER, N.M.; Ollerton, J. (Orgs.). **Specialization and Generalization in Plant-pollinator Interactions**. Chicago: The University of Chicago Press, 2006. p. 69–98.

MORETI, A. C. C. C. *et al.* **Atlas do pólen de plantas apícolas**. Rio de Janeiro: Papel Virtual Editora, 2002.

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058p.

MOURE, J. S.; KERR, W. E. Sugestões para modificação da sistemática do gênero *Melipona* (Hymenoptera, Apoidea). **Dusenía**, v.18, p. 105-29, 1950.

NOVAIS, J. S.; ABSY, M. L.; SANTOS, F. A. R. Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of northeastern Brazil. **Arthropod Plant Interactions**, v.7, p. 619-632, 2013.

NUNES-SILVA, P; HRNCIR, M; IMPERATRIZ-FONSECA, L V (2010) A Polinização por Vibração. **Oecologia Australis**.14(1):140-151. doi:10.4257/oeco.2010.1401.07.

OLIVEIRA-ABREU, C.; HILÁRIO, S. D.; LUZ, C. F. P.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. **Sociobiology**, v. 61, p. 441-448, 2014. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.441-448>.

OLIVEIRA, Daiane de Jesus *et al.* Partitioning of pollen resources by two stingless bee species in the north Bahia, Brazil. **Grana**, [S.L.], v. 56, n. 4, p. 285-293, 24 nov. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00173134.2016.1217040>.

OLIVEIRA, F. P. M.; ABSY, M. L.; MIRANDA, I. S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus - Amazonas. **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.505-518, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672009000300004>.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, [s.l.], v. 120, n. 3, p.321-326, 2011. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>.

OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H., SZOEC, E. & WAGNER, H. 2017. Vegan: Community EcologyPackage. R package version 2.4.

PROENÇA, Carolyn E. B. Buzz pollination – older and more widespread than we think? **Journal Of Tropical Ecology**, [S.L.], v. 8, n. 01, p. 115-120, fev. 1992. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0266467400006192>.

QUEZADA-EUÁN, José Javier G *et al.* The economic and cultural values of stingless bees (Hymenoptera: meliponini) among ethnic groups of tropical America. **Sociobiology**, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 534, 11 out. 2018. Universidade Estadual de Feira de Santana. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3447>.

RAMALHO, M.; SILVA, M. D.; CARVALHO, C. A. L. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Meliponascutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 38–45, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000100005>.

RAMALHO, M.; GIANNINI, T. C.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Grana**, Stockholm, v. 33, [S.n.], p. 239-244, 1994.

RAMALHO, M.; GUIBU, L. S.; GIANNINI, T. C.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Characterization of some southern Brazilian honey and bee plants through pollen analysis. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 30, n.2, p. 81-86, 1991.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. **Apidologie**, v. 20, p. 185-195, 1989. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19890301>.

R CORE TEAM (2018) R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística. R Foundation for Statistical Computing, Viena.  
<https://www.R-project.org>.

RENNER, Susanne S.. A Survey of Reproductive Biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. **Annals Of The Missouri Botanical Garden**, [S.L.], v. 76, n. 2, p. 496, 1989. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2399497>.

RIBEIRO, S. C.; MAPELI, A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantification of estimation of biomass and carbon stock in a mature forest in the municipality of Viçosa, Minas Gerais. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 33, p. 917-926, 2009.

ROUBIK, D. W. Tropical pollinators in the canopy and understory: Field data and theory for stratum “preferences”. **Journal Of Insect Behavior**, [s.l.], v. 6, n. 6, p.659-673, 1993.  
<http://dx.doi.org/10.1007/bf01201668>.

ROUBIK, D. W. Loose niches in tropical communities: why are there so few bees and so many trees? Pp. 327-354. In M. D. Hunter; T. Ohgushi & P. W. Price (eds.). Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Academic Press, San Diego, 1992.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York, Cambridge: University Press, 1989.

SANTOS, R. dos et al. (Orgs.). **Biodiversidade em Santa Catarina: Parque Estadual da Serra Furada**. Criciúma: Ediunesc, 2016.

SCHLEUNING, M. et al. Specialization of mutualistic interaction networks decreases toward tropical latitudes. **Current Biology**, v. 22, p. 1925–1931, 2012.

SCHWARZ, HF (1948). Abelhas sem ferrão do hemisfério ocidental. Boletim do Museu Americano de História Natural, 90: 1-546.

SILVA, Cláudia Inês da (org.). **Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2014. 155 p.

SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel A. R.; ALMEIDA, Eduardo A. B.. **Abelhas Brasileiras Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente, 2002.

SOS MATA ATLÂNTICA, **Atlas Dos Remanescentes Florestais Da Mata Atlântica Período 2012-2013**. São Paulo: Arcplan, 2014.

SOUZA, D. C. *et al* (org.). **Apicultura – Manual do Agente de Desenvolvimento Rural**. 2. ed. Brasília: Sebrae, 2007. 186 p.

TAURA, Hilda Massako; LAROCA, Sebastião. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (hymenoptera, apoidea). **Acta Biológica**

**Paranaense**, Curitiba, v. 30, 31 dez. 2001. Universidade Federal do Parana.  
<http://dx.doi.org/10.5380/abpr.v30i0.599>.

TAKI, H.; KEVAN, P. G. Does habitat loss affect the communities of plants and insects equally in plant–pollinator interactions? Preliminary findings. **Biodiversity and Conservation**, [s.l.], v. 16, n. 11, p.3147-3161, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-007-9168-4>.

TEIXEIRA, Karina de Oliveira; SILVEIRA, Thiago Cesar Lima; HARTER-MARQUES, Birgit. Different Responses in Geographic Range Shifts and Increase of Niche Overlap in Future Climate Scenario of the Subspecies of *Melipona quadrifasciata* Lepelletier. **Sociobiology**, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 630, 11 out. 2018. Universidade Estadual de Feira de Santana.  
<http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3375>.

TOSSULINO, M. de G. P.; PATROCÍNIO, D. N. M.; CAMPOS, J. B. **Fauna do Paraná em extinção**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006.

VOGEL, S. Evolutionary shifts from reward to deception in pollen flowers. In: RICHARDS, A. J. (ed) *The pollination of Flowers by insects*. London: Linnean Society Symposium Series – Academicpress. 1978. pp. 89 – 96.

YAMAMOTO, M.; BARBOSA, A. A. A.; OLIVEIRA, P. E. A. M. A polinização em cultivos agrícolas e a conservação das áreas naturais: o caso do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Oecologia Australis**, [s.l.], v. 14, n. 01, p.174-192, 2010.  
<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.10>.

YBERT, Jean-Pierre; SCHEEL-YBERT, Rita; CARVALHO, Marcelo de Araujo. **Grãos de Pólen de Plantas Vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional Ufrj, 2018. 238 p.

YBERT, Jean-Pierre; SCHEEL-YBERT, Rita; CARVALHO, Marcelo de Araujo. **Grãos de Pólen de Plantas Vasculares do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional Ufrj, 2017. 166 p.

YBERT, Jean-Pierre; SCHEEL-YBERT, Rita; CARVALHO, Marcelo de Araujo. **Grãos de Pólen de Plantas Vasculares Dicotiledôneas do Estado do Rio De Janeiro, Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional Ufrj, 2016. 296 p.

WANG, Yi *et al.* Mvabund- an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. **Methods In Ecology And Evolution**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 471-474, 21 fev. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2041-210x.2012.00190.x>.

WILMS, W.; WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Meliponabees* and the introduced Africanized honeybee in the Brazilian Atlantic rain Forest. **Apidologie**, v. 28, p. 339-355, 1997. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:19970602>.



<b>Tipos polínicos</b>	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	CA
<b>Melastomataceae</b>													
<i>Melastomataceae sp.</i>												0,3	PIO
<i>Miconia sp.</i>	10						0,4	76,2	9	21,1	5,6	60,9	PD/PA/PII/PIO
<i>Myrciasp.</i>												8,8	PII
<b>Myrtaceae</b>													
<i>Eucalyptus sp. 1</i>	15,4					0,08		6,4	6,8	0,8		4,6	PII/PIO
<i>Eucalyptus sp. 2</i>		75,9	85,4		94,3	32	35,4	6,9	6,6	38,2	5,6	3	PD/PA/PII
<i>Eucalyptus sp. 3</i>			8,8	40,4		59,9	4,8		67	19,9			PD/PA/PII
<i>Psidiumcattleyanum Sabine</i>	21,9										88,4	10,4	PD/PA/PII
<b>Rutaceae</b>													
<i>Citrus sp.</i>	19,6											1,1	PA/PIO
<b>Sabiaceae</b>													
<i>Meliosma sellowii Urb.</i>		0,1								0,4			PIO
<b>Solanaceae</b>													
<i>Solanaceae sp.</i>				59,6			45	6,4	4				PD/PA/PII
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Fonte: do autor

**Apêndice 2** - Valores de abundância relativa das espécies polínicas encontrados nas amostras de *M. quadrifasciata* durante o período do estudo na área de ambiente natural, localizada Parque Estadual Serra Furada, no município de Orleans, extremo sul de Santa Catarina. Legenda: PD = pólen dominante (> 45%); PA = pólen acessório (16% a 45%); PII = pólen isolado importante (3% a 15%); PIO = pólen isolado ocasional (< 3%); CA = Classes de abundância.

Tipos polínicos	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	CA
<b>Arecaceae</b>													
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	59,3	70,6			0,5		3					6,7	PD/PII/PIO
<b>Asteraceae</b>													
<i>Mikania sp.</i>							0,5						PIO
<b>Begoniaceae</b>													
<i>Begonia sp.</i>	0,3	0,11										11,3	PII/PIO
<b>Cucurbitaceae</b>													
<i>Curcubita sp.</i>												0,9	PIO
<b>Fabaceae</b>													
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	0,2	0,23		2,3	0,3		3					2,8	PII/PIO
<b>Melastomataceae</b>													
<i>Miconia sp.</i>	17,1						49,5	100	100	87		10,7	PD/PA/PII
<i>Myrcia sp.</i>												0,2	PIO
<i>Tibouchinasellowiana</i> (Cham.) Cogn.											7,6	0,9	PII/PIO

<b>Tipos polínicos</b>	jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	CA
<b>Myrtaceae</b>													
<i>Eucalyptus sp. 1</i>	3	27		55,6	28,3	100	19					15,4	PD/PA/PII
<i>Eucalyptus sp. 2</i>	0,12	1,2		23,8	13,8		25			13	66,3	19	PD/PA/PII/PIO
<i>Eucalyptus sp. 3</i>	10	0,3		18,4	57,1							6,5	PD/PA/PII/PIO
<i>Eucalyptus sp. 4</i>		0,02										1,4	PIO
<b>Rubiaceae</b>													
<i>Psychotriasuterella Müll. Arg.</i>												0,3	PIO
<b>Sabiaceae</b>													
<i>Meliosmasellowii Urb.</i>	0,04	0,6									1,3	24	PA/PIO
<b>Solanaceae</b>													
<i>Solanaceae sp.</i>	10										24,8		PA/PII
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Fonte: do autor.

