

DAROS AUGUSTO TEODORO DA SILVA

**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE ABELHAS-SEM-FERRÃO  
(HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINA) EM UM REMANESCENTE  
DE FLORESTA COM ARAUCÁRIAS:  
melissopalínologia, atividade de voo e distribuição de ninhos**

CURITIBA  
2014

DAROS AUGUSTO TEODORO DA SILVA

**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE ABELHAS-SEM-FERRÃO  
(HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINA) EM UM REMANESCENTE  
DE FLORESTA COM ARAUCÁRIAS:  
melissopalínologia, atividade de voo e distribuição de ninhos**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de “Doutor em Ciências Florestais” – Conservação da Natureza.

Orientador:  
Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Co-orientadora:  
Dr<sup>a</sup>. Cynthia Fernandes Pinto da Luz

CURITIBA  
2014

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Silva, Daros Augusto Teodoro da

Interações ecológicas entre abelhas-sem-ferrão (hymenoptera, apidae, meliponina) em um remanescente de floresta com araucárias: melissopalínologia, atividade de voo e distribuição de ninhos/ Daros Augusto Teodoro da Silva. – 2014

135 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Vellozo Roderjan

Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Cynthia Fernandes Pinto da Luz

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 29/11/2013.

Área de concentração: Conservação da Natureza

1. Ecologia florestal. 2. Inseto - Ecologia. 3. Abelha. 4. Interação animal – planta. 5. Teses. I. Roderjan, Carlos Vellozo. II. Luz, Cynthia Fernandes Pinto da. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.18



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da  
Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

**PARECER**  
Defesa nº. 1001

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) doutorando(a) *Daros Augusto Teodoro da Silva* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE ABELHAS-SEM-FERRÃO (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINA) EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA COM ARAUCÁRIAS: melissopalinoologia, atividade de voo e distribuição de ninhos**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em **CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**.

*Dr. Betina Blochtein*  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Primeiro examinador

*Dr. Isabela Galarda Varassin*  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo examinador

*Dr. Christopher Thomas Blum*  
Universidade Federal do Paraná  
Terceiro examinador



*Dr. Maurício Bergamini Scheer*  
SANEPAR  
Quarto examinador

*Dr. Carlos Vellozo Roderjan*  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 29 de novembro de 2013.

*Antonio Carlos Batista*  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
*Jorge Luis Monteiro de Matos*  
Vice-coordenador do curso

## AGRADECIMENTOS

Quando se está diante de um novo desafio, mudanças porvir, uma nova jornada, nada melhor do que estar muito bem acompanhado por pessoas que estão sempre prontas a te ajudar, incentivar e dar ânimo nos momentos bons e ruins. Assim foi mais uma das etapas de minha vida, que agora dará lugar a outros projetos, sonhos e ... quem sabe? Todas as pessoas que mencionarei a seguir foram fundamentais para a conclusão deste trabalho e talvez apenas este singelo ato de agradecimento não seja capaz de expressar o quanto realmente contribuíram para esta pesquisa.

Primeiramente devo agradecer a Deus, por me ter sustentado em tudo na vida.

Ao meu orientador e amigo, Dr. Carlos Vellozo Roderjan, que novamente aceitou me acompanhar nessa empreitada, sempre com muita paciência e atenção.

À minha co-orientadora Cynthia Fernandes Pinto da Luz, pelo empenho na identificação dos tipos polínicos, montagem das pranchas de microscopia e por me proporcionar a oportunidade de conhecer o mundo da melissopalínologia.

À minha esposa Carin Letícia de Paula Silva, mãe dedicada, companheira na vida e nas coletas de campo, auxiliadora fundamental no manejo das colmeias para a retirada de amostras.

À pequena Olívia Teodoro da Silva, fruto nascido no primeiro ano desta pesquisa e que tem alegrado muito nossas vidas, minha e a da Carin.

Aos meus pais, João Teodoro da Silva e Jucélia Laba Pereira da Silva, incondicionais incentivadores e apoiadores.

Ao amigo de longa data Daniel Ramos Pontoni, que além da amizade ainda ajudou muito nas análises estatísticas.

À bióloga Laura Benitez Bosco, que se empenhou bastante me ensinando e ajudando nos processos laboratoriais de preparação das lâminas da melissopalínologia, na contagem dos tipos polínicos, além de algumas orientações sobre como sobreviver em São Paulo.

Aos amigos Christopher Thomas Blum, Bruno Ângelo Strapasson, Rafael Dudeque Zenni e Alexandre França Tetto por proporcionarem excelentes momentos de discussão sobre os temas da pesquisa, além de suas críticas construtivas.

Ao Christopher, ao Alexandre Tetto e ao professor Franklin Galvão, pelo empréstimo de equipamentos técnicos.

Aos que me ajudaram nas etapas de campo, Saudir de Paula Jr., Bruno Strapasson, minha mãe Jucélia, Renann Silos Vieira e à Carin, mais uma vez.

Ao colega Renann, também, pela boa vontade na confecção de todos os mapas aqui apresentados e outros utilizados nas análises.

À amiga Simone Beatriz Vieira de Paula, pela revisão do Abstract.

Ao Marcelo Brotto, pela identificação das Lauráceas e alguns outros táxons.

À Divisão do Museu Botânico Municipal, na pessoa de Ely Moraes Cunha Marcelino, chefe de divisão, por ter autorizado a realização desta pesquisa nas dependências do Jardim Botânico Municipal de Curitiba, e também à sua equipe pela simpatia e disposição.

Ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo pelo uso das instalações e equipamentos do Núcleo de Pesquisa em Palinologia e à pesquisadora científica do referido núcleo, MsC. Angela Maria da Silva Correa Pando, pelo auxílio nas identificações polínicas e pela cordial acolhida.

Ao componentes da banca examinadora, pelas correções, sugestões e discussões que enriqueceram o trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar este estudo e à Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos, muito obrigado!

## RESUMO

Em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil), foram analisados aspectos ecológicos sobre as abelhas eussociais sem ferrão da subtribo Meliponina (Hymenoptera, Apidae). O texto foi dividido em três capítulos para melhor exame dos assuntos discutidos. O Capítulo 1 trata dos recursos alimentares utilizados e compartilhados entre 4 espécies de Meliponina nativas da região de estudo: *Melipona marginata*, *M. quadrifasciata*, *Plebeia emerina* e *Scaptotrigona bipunctata*. Para tanto, foram instaladas 4 colmeias de cada espécie dentro do fragmento florestal. A partir de análises melissopalínológicas, realizadas entre os meses de julho e setembro de 2011, foi observada similaridade de quase 100% na frequência dos tipos polínicos do mel e do pólen dos potes de alimento de *M. marginata* e *M. quadrifasciata* no mês de julho; em agosto a similaridade dos tipos polínicos do mel foi de cerca de 90% entre *M. marginata* e *P. emerina*, e entre *M. quadrifasciata* e *S. bipunctata*; em setembro esse mesmo percentual foi observado para os tipos polínicos dos méis de *M. quadrifasciata* e *S. bipunctata*. Os tipos polínicos mais representativos nas amostras dos meses analisados foram *Allophylus*, *Casearia sylvestris*, *Eugenia*, Melastomataceae, *Mimosa spp.*, *Myrcia* e *Solanum*. Em julho, pelo menos 5% das espécies arbóreas em floração foram utilizadas pelas abelhas para captação de néctar ou pólen; e pelo menos 25% nos outros dois meses. O Capítulo 2 aborda a atividade de voo das mesmas 4 espécies de abelhas frente às variações ambientais de Temperatura, Umidade Relativa do Ar, Luminosidade Incidente e Nebulosidade Atmosférica, no período de fevereiro de 2011 a março de 2012. Constatou-se que a Umidade Relativa é um dos fatores que exercem maior influência na atividade de voo entre as espécies analisadas, assim como a Temperatura. A Nebulosidade foi importante para *M. marginata* e *P. emerina*; e a Luminosidade para *S. bipunctata*. As quatro espécies diminuíram significativamente suas atividades durante o inverno. No Capítulo 3 é discutida a distribuição dos ninhos naturais de Meliponina no remanescente florestal estudado. Foram encontrados 24 ninhos de 4 espécies de Meliponina: *P. emerina*, *S. bipunctata*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*. Verificou-se que a maioria dos ninhos encontrava-se em troncos com diâmetros entre 20 e 50 cm e a uma altura de até 7 m do solo, com exceção de *T. spinipes*, que constrói seus ninhos nas copas das árvores. Averiguou-se que as abelhas não apresentaram preferência por nenhuma espécie arbórea, embora algumas espécies de árvores pareçam ter maior propensão à formação de ocos, o que aumentaria a frequência dos ninhos em seus troncos. A densidade das colônias de abelhas foi de 3,69 ninhos/ha. Ao se comparar a densidade de ninhos entre 3 localidades na região do estudo, percebe-se que pode haver um padrão no número de ninhos das espécies, e que há a redução de ninhos de *P. emerina* quando *T. angustula* está presente, o mesmo parece ocorrer para *S. bipunctata* na presença de *A. mellifera*. Como era esperado, influenciam a composição da guilda de abelhas de um local, o clima, a flora, o grau de alteração antrópica do ambiente, a composição da comunidade de abelhas e o comportamento das espécies.

**Palavras-chave:** Meliponina. Melissopalínologia. Atividade de voo. Distribuição de ninhos. Floresta com Araucária.

## ABSTRACT

Several ecological features of the stingless bees Meliponina (Hymenoptera, Apidae) were examined in a patch of a Subtropical Rain Forest (Araucaria Forest) located inside the Curitiba Botanical Garden (Paraná State, Brazil). The text was divided into three chapters for a deeper approach of the topics intended to be analyzed. Chapter 1 deals with the food sources partition and usage among 4 native stingless bee species: *Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina* e *Scaptotrigona bipunctata*. Therefore, 4 hives of each stingless bee species were installed inside the forest patch. Pots of food samples from July to September of 2011 were analyzed by melissopalynological methods. They revealed that the pollen types frequency of *M. marginata* and *M. quadrifasciata* were similar by almost 100% in July. In August the similarity between the pollen types in the honey of *M. marginata* and *P. emerina* was about 90%. This was also observed for the stocked pollen of *M. quadrifasciata* and *S. bipunctata* in September. The most important pollen types in the melissopalynological analysis were *Allophylus*, *Casearia sylvestris*, *Eugenia*, Melastomataceae, *Mimosa spp.*, *Myrcia* and *Solanum*. At least 5% of the tree species in bloom in the Forest patch were used by the bees in July and over 25% in August and September. Chapter 2 was dedicated to the flight activity of the same 4 stingless bee species according to the environmental variables, Temperature, Relative Humidity, Incident Light and Atmospheric Cloudiness measured from February of 2011 to March of 2012. Relative Humidity is the major control element in the flight activity of the stingless bees, as well as Temperature. Cloudiness is important for *M. marginata* and *P. emerina* external hive movement and Light influenced mainly *S. bipunctata*. Decrease in daily activity rate was significant ( $p < 0,01$ ) during winter. In Chapter 3 the distribution of Meliponina natural nests in the studied Forest patch is discussed. Twenty four nests of 4 stingless bee species were found: *P. emerina*, *S. bipunctata*, *Tetragonisca angustula* and *Trigona spinipes*. Most nests were inside tree trunks of 20 to 50 cm and at up to 7 m above the ground, except those of *T. spinipes* that build their nests in the tree canopy. It was found that bees had no preferences for any tree species, but some tree species seemed to have a tendency to form hollows in their trunks. Bee colonies density was of 3,69 nest/ha. By comparing nest density of 3 locations in the studied region it seems that there might be a pattern in the species nest numbers and that the nest density of *P. emerina* decreases when *T. angustula* is present, and that the same seems to occur with *S. bipunctata* in the presence of *Apis mellifera*. As expected, factors such as local climate, flora composition, human disturbances, the composition of the bee community and the behavior of the bee species all influence the stingless bee guild.

**Keywords:** Meliponina. Melissopalynology. Flight activity. Nest distribution. Araucaria Forest.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>16</b>
Situação fitogeográfica.....	16
Caracterização da vegetação da área de estudo.....	17
<b>CAPÍTULO 1: Potencial polinizador e sobreposição de nicho alimentar de quatro espécies de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil.....</b>	<b>20</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
Área de estudo.....	22
Instalação das colmeias e coleta de mel e pólen .....	22
Análise dos dados.....	27
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
Espectro polínico do pólen contido no mel armazenado nas colmeias .....	29
Espectro polínico do pólen armazenado nas colmeias .....	32
Similaridade entre o espectro polínico das espécies de meliponina .....	35
Similaridade entre as espécies arbóreas em floração e o espectro polínico .....	39
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
Tipos polínicos e abelhas.....	41
Tipos polínicos e o remanescente florestal .....	43
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO 2: Ocupação de nichos climáticos e temporal por campeiras de quatro espécies de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil.....</b>	<b>47</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
Área de estudo.....	49
Análise dos dados.....	50
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO 3: Distribuição de ninhos de Meliponina (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil. ....</b>	<b>65</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>68</b>

Área de estudo.....	68
Procedimento amostral .....	68
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
Densidade e distribuição horizontal dos ninhos na floresta.....	71
Distribuição dos ninhos em relação às espécies arbóreas e seus diâmetros ....	75
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>78</b>
Ninhos de abelhas e a vegetação arbórea.....	78
Distribuição dos ninhos de abelhas e a estrutura da vegetação arbórea .....	81
A orientação das entradas dos ninhos e o sentido dos ventos .....	83
Densidade e distribuição horizontal de ninhos .....	83
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE A – Lista de espécies: florístico .....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE B – Fotomicrografias .....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE C – Levantamento fitossociológico.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE D – Imagens das entradas dos ninhos de Meliponina.....</b>	<b>133</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização da área de estudo no contexto nacional, estadual e municipal. Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). ..... 18
- Figura 2. Localização dos pontos de instalação das 16 colmeias de Meliponina (Hymenoptera, Apidae) no interior do remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Em cada ponto foi instalada uma colmeia para cada espécie de abelha: *Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*.....23
- Figura 3. Dedrogramas de similaridade da frequência dos tipos polínicos presentes no mel e no pólen estocado, analisados separadamente, em colmeias de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*; Mq- *Melipona quadrifasciata*; Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) nos meses de julho, agosto e setembro de 2011, em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). .....36
- Figura 4. Dedrogramas de similaridade da frequência dos tipos polínicos presentes no mel e no pólen estocado, analisados conjuntamente, em colmeias de quatro espécies de meliponina (Mm- *Melipona marginata*; Mq- *Melipona quadrifasciata*; Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) nos meses de julho, agosto e setembro de 2011, em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). .....38
- Figura 5. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina em função da Temperatura (°C) e da Umidade Relativa do Ar (%), no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie. ....53
- Figura 6. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina em função da Luminosidade Incidente (Lux), no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, e da Nebulosidade Atmosférica (%), Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie. ....55
- Figura 7. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista em função dos Meses do Ano e Horas do Dia, Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie. ....57
- Figura 8. Distribuição horizontal dos ninhos de quatro espécies de Meliponina em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....71
- Figura 9. Orientação das entradas dos ninhos de Meliponina (porcentagem do número de ninhos) e os sentidos predominantes dos Ventos Incidentes

(porcentagem), conforme os pontos cardeais, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....	74
Figura 10. Distribuição dos ninhos das espécies de Meliponina de acordo com as classes de diâmetros das árvores à altura do peito (DAP) e à altura do ninho (DAN) no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).....	77
Figura A. Localização das parcelas de amostragem da vegetação arbórea no remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....	122
Figura B. Distribuição diamétrica das árvores mensuradas no levantamento fitossociológico do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP <sub>mín</sub> = 4,77 cm. ....	126
Figura C. Curva Espécie-Área registrada para a Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....	127
Figura D. Perfil esquemático de um segmento da Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Ilustração: C.V. Roderjan.....	129
Figura E. Distribuição diamétrica das árvores mensuradas no levantamento fitossociológico do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP <sub>mín</sub> = 4,77 cm. ....	130
Figura F. Curva Espécie-Área registrada para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....	130
Figura G. Perfil esquemático de um segmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Ilustração: C.V. Roderjan. ....	132

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Espectro polínico do mel de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*, Mq- *Melipona quadrifasciata*, Pe- *Plebeia emerina*, Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....30
- Tabela 2. Espectro polínico do pólen estocado nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*, Mq- *Melipona quadrifasciata*, Pe- *Plebeia emerina*, Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....33
- Tabela 3. Similaridade entre as espécies arbóreas em flor ou botão e os tipos polínicos, que podem abranger espécies arbóreas, observados nos meses de julho (JUL), agosto (AGO) e setembro (SET) no remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil), de acordo com o Índice de Jaccard (Cj). .....40
- Tabela 4. Picos de atividade de voo (três maiores valores de entrada+saída de abelhas à entrada da colmeia) registrados para quatro espécies de Meliponina analisadas no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). .....58
- Tabela 5. Espécies de abelhas e variáveis relativas a seus ninhos em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....72
- Tabela 6. Comparação das distâncias do vizinho mais próximo de ninhos de *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata* e *Tetragonisca angustula* entre três comunidades de abelhas na região metropolitana de Curitiba (Paraná, Brasil). .....73
- Tabela 7. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por colônias de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), suas dimensões, posição sociológica e a orientação das entradas dos ninhos conforme os pontos cardeais, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). .....76
- Tabela 8. Comparação entre três estudos sobre a distribuição dos ninhos de Meliponina realizados na região de Curitiba (Paraná, Brasil). .....80
- Tabela 9. Relação da densidade de ninhos de Apini (Hymenoptera) encontrada em diferentes estudos. ....84
- Tabela A. Parâmetros fitossociológicos estimados para a vegetação arbórea do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Também foram incluídas as lianas lenhosas que atingiram o DAP limite. DAPmín= 4,77 cm. ....128

Tabela B. Parâmetros fitossociológicos estimados para a vegetação arbórea do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm.....131

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1. Espécies arbóreas, em flor ou botão, e tipos polínicos que podem abranger espécies arbóreas. Os dados se referem ao remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil), nos meses de julho (J), agosto (A) e setembro (S). .....39
- Quadro A. Lista de espécies lenhosas inclusas no levantamento fitossociológico (arbóreas e lianas), nas formações Montana e Aluvial da Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm..... 124

## APRESENTAÇÃO

A diversidade biológica e a complexidade dos processos ecológicos envolvidos nos vários ecossistemas do globo terrestre ainda estão muito aquém de serem totalmente compreendidos pela humanidade, se é que isso ocorrerá um dia. Muitas interações entre a fauna e a flora já foram descritas, no entanto essas descobertas não passam de uma ínfima parcela do que realmente existe, principalmente quando se trata de florestas tropicais. A cada dia novas espécies são descobertas e descritas, mas estima-se que ainda haja milhões delas a serem descobertas nos diversos reinos classificados pela ciência (MAGURRAN, 1988; PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Se há tantas espécies a se descobrir, quanto mais suas interações com as outras espécies e com o ambiente.

Um dos processos ecológicos de maior relevância para os ecossistemas terrestres e para a sobrevivência humana é a polinização das espécies vegetais, pois é ela que viabiliza a formação de frutos e sementes, necessários à propagação vegetal e à alimentação de diversas espécies animais (ALLEN-WARDEL *et al.*, 1998; KLUSER e PEDUZZI, 2007; ROCHA, 2012).

A polinização pode ocorrer de diversas maneiras, de acordo com as chamadas síndromes de polinização, que são um conjunto de características florais, incluindo recompensas, associadas à atração e utilização de grupos específicos de animais como polinizadores (FENSTER *et al.*, 2004). As síndromes conhecidas são classificadas em abióticas e bióticas. As abióticas são a anemofilia, dispersão pelo vento, e a hidrofília, dispersão pela água, enquanto as bióticas abrangem a zoofilia, dispersão por animais. A zoofilia é ainda subclassificada em cantarofilia, realizada por besouros, melitofilia, exercida por abelhas, miofilia ou sapromiofilia, por moscas, lepidopterofilia, quando as responsáveis são as borboletas (psicofilia) e mariposas (falenofilia), ornitofilia, feita por pássaros e quiropterofilia, por morcegos. Estas são as principais síndromes de polinização (FAEGRI e PIJL, 1979), mas o foco deste estudo está direcionado para os agentes da melitofilia, ou seja, as abelhas, mais especificamente para o grupo Meliponina, que envolve as abelhas-sem-ferrão.

Conforme a classificação revisada e proposta por Silveira, Melo e Almeida (2002), a subtribo Meliponina, da família Apidae (Hymenoptera), apresentava 192 espécies reconhecidas para o Brasil, até a data de publicação de seu trabalho.

A subtribo Meliponina possui ampla distribuição global (MICHENER, 1979, 2000; ROUBIK, 1989), entre as regiões tropicais e as subtropicais do hemisfério sul, e suas espécies são distinguidas principalmente pelo comportamento eussocial – caracterizado pela divisão de trabalho, pelo cuidado cooperativo para com a prole, e por uma sobreposição de pelo menos duas gerações no trabalho da colônia (ODUM e BARRETT, 2007, p. 278) –, e por não possuírem o ferrão (na realidade este se apresenta atrofiado), órgão responsável pela defesa, em outros táxons. São abelhas consideradas de minúsculas a médias, em geral robustas (NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVEIRA, MELO e ALMEIDA, 2002).

A maioria das espécies de Meliponina constrói seus ninhos em cavidades, como ocos de árvores, ninhos de cupins, formigas ou pássaros, mas algumas elaboram ninhos expostos ou semiexpostos, fixados a diversas superfícies, como troncos de árvores, rochas e até em paredes de alvenaria (WILLE e MICHENER, 1973; AIDAR, 1996; TAURA e LAROCCA, 2001; ELTZ *et al.*, 2002; SCHWARTZ-FILHO, LAROCCA, MALKOWSKI, 2004; ROUBIK, 2006).

Praticamente todas essas abelhas produzem mel e coletam e armazenam o pólen, porém há algumas que somente furtam esses recursos elaborados e acumulados pelas outras espécies, configurando um comportamento cleptobiótico, como as do gênero *Lestrimelitta* Friese, 1903 (MARCHI e MELO, 2006; BREED, COOK e KRASNEC, 2012).

Um comportamento de destaque entre os Meliponina é o forrageamento generalista, ou seja, as abelhas visitam diversas espécies da flora para obterem seu alimento, contribuindo para a polinização de muitas dessas espécies (RAMALHO, KLEINERT-GIOVANNINI e IMPERATRIZ-FONSECA, 1989; PIRANI e CORTOPASSI-LAURINO, 1993; RODRIGUES, 2008; ROCHA, 2012).

Há estudos que fornecem dados sobre as espécies visitadas pelas abelhas-sem-ferrão, com base em observações de campo (COSTA e MARTINS, 2006; SOUZA *et al.*, 2009; MAIA-SILVA *et al.*, 2012), mas também há aqueles que captam os recursos utilizados diretamente das abelhas ou das colmeias, valendo-se de técnicas de análises polínicas, neste último caso a Melissopalínologia (RAMALHO, KLEINERT-GIOVANNINI e IMPERATRIZ-FONSECA, 1989; FEIDEN, 1994; ALVES, CARVALHO e SOUZA, 2006; RODRIGUES, 2008; FIDALGO e KLEINERT, 2010; MARTINS *et al.*, 2011).

Essa técnica (LOUVEAUX, MAURIZIO e VORWOHL, 1978), muito utilizada para a classificação de méis produzidos pela abelha *Apis mellifera*, espécie euro-africana, para designar sua qualidade e procedência, ainda é muito insipiente para a categorização dos méis das abelhas nativas do Brasil. A partir da melissopalínologia é possível averiguar quais os grupos de plantas e até mesmo quais espécies são utilizadas pelas abelhas na sua alimentação. Essa verificação também oferece subsídios para estudos quanto à dependência que as espécies vegetais têm da polinização exercida pelas abelhas, e vice-e-versa.

Em florestas tropicais e subtropicais, onde a diversidade da flora é pronunciada e muitas das flores não podem ser alcançadas com facilidade por pesquisadores, pelo porte da espécie, hábito vegetativo ou dispersão difusa, a classificação dos tipos polínicos presentes nos méis das abelhas auxiliam na compreensão das relações palinológicas entre esses insetos e a vegetação local. No entanto, como podem ser dezenas as espécies de abelhas presentes nessas florestas, é possível que haja uma sobreposição de forrageamento das diferentes espécies sobre os recursos florais disponíveis, o que pode depender do tamanho da abelha, do período de atividade da espécie, do comportamento de forrageamento, da morfologia floral, da disponibilidade recursos florais ou ainda outros fatores (RAMALHO, KLEINERT-GIOVANNINI e IMPERATRIZ-FONSECA, 1989; ROUBIK, 1989; NOGUEIRA-FERREIRA e AUGUSTO, 2007).

Para tentar elucidar melhor essa intrincada rede de elementos envolvidos na polinização das florestas, este estudo pretendeu testar algumas hipóteses utilizando quatro espécies de meliponíneos, em um fragmento de Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista) no Sul do Brasil. Por meio de análises melissopalínológicas intentou-se verificar se realmente existe uma sobreposição de nicho alimentar entre as espécies de meliponíneos. Também foi analisada a utilização de nichos ambientais e temporal na atividade de voo das abelhas para averiguar se há justaposição. Além disso, estudou-se a distribuição espacial dos ninhos naturais de meliponíneos no remanescente florestal, bem como os substratos de nidificação, para apurar se o número de ninhos de cada espécie de abelha está relacionado com a composição e estrutura da comunidade de abelhas e da floresta.

## DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### Situação fitogeográfica

O município de Curitiba (25°25'48" S; 49°16'15" O), capital do Estado do Paraná, está situado no Primeiro Planalto paranaense, que compreende a região entre a Serra do Mar e a Serrinha (Escarpa Devoniana). As altitudes variam de 850 m a 1.000 m acima do nível do mar (KLEIN e HATSCHBACH, 1962), o que lhe propicia um clima bastante peculiar, que segundo a classificação proposta por Koeppen é o Subtropical Úmido – Mesotérmico, inserido na região bioclimática Cfb (Zona Temperada Sempre Úmida). Curitiba e seus arredores, mais especificamente, possuem um clima Pluvial Quente Temperado, sem estação seca, com invernos frios (13° C) e verões quentes (21°C), ambos úmidos, com precipitação média anual de aproximadamente 1.500 mm (WONS, 1994; MAACK, 2002).

Curitiba conta com 51,5 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, número este que se deve à adoção de uma política ambiental desde a década de 1970, com a implantação de Unidades de Conservação e áreas de lazer, bem como a promoção da arborização urbana, além do desenvolvimento de atividades de fiscalização e monitoramento destas áreas. No entanto, já em 1953, com o Novo Código de Posturas da cidade, houve ações relativas ao controle do meio ambiente (RIBEIRO e SILVEIRA, 2006). Até o ano de 2004 estimava-se que os maciços vegetais do município, envolvendo áreas públicas e privadas, somavam aproximadamente 77.786.020,60 m<sup>2</sup> (CURITIBA, [2006?]). Assim, entre as décadas de 1980 e 1990, Curitiba passou a ser denominada, pela própria municipalidade, de “capital ecológica”, proposta esta que perdurou até a década seguinte (RIBEIRO e SILVEIRA, 2006).

No que se refere às características físicas, tem-se que os terrenos das porções sul e leste se caracterizam por suaves ondulações e com grandes depósitos de várzea na Bacia do Rio Iguaçu, sendo nas porções oeste e noroeste mais acidentados (KLEIN e HATSCHBACH, 1962).

Com relação à fitofisionomia original do município, ou seja, anteriormente à ocupação agrícola e urbana, a vegetação era composta por densas florestas com araucárias, cujo dossel era dominado por indivíduos dessa espécie (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) que atingiam 25 a 30 metros de altura e dominavam as

regiões oeste e noroeste da cidade, posteriormente substituídas por bracatingais (povoamentos praticamente uniformes de bracatinga – *Mimosa scabrella* Benth.) e agricultura. Os campos edáficos ou campos de inundação, assim como as matas de galeria, acompanhavam as grandes várzeas do Rio Iguaçu e seus afluentes. Por fim, os campos naturais entremeados pelos “capões” predominavam, sobretudo, na parte sul e nordeste. Estas informações têm base no trabalho de Klein e Hatschbach (1962), que ainda se referiram a outros “núcleos remanescentes de mata nativa”, que já deviam estar cercados por áreas agrícolas e urbanas, sendo difícil precisar a qual dos componentes da paisagem natural pertenciam.

Muitos dos parques públicos de Curitiba ainda conservam na vegetação aspectos naturais que remetem à vegetação original do município, principalmente as florestas e capões com araucárias, mas muito pouco dos campos edáficos e naturais citados pelos autores acima.

Um dos parques mais visitados de Curitiba, o Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter, mais conhecido apenas como Jardim Botânico de Curitiba (Figura 1), com 178 mil m<sup>2</sup> de área, foi inaugurado em 1991, tendo como função a conservação de coleções de plantas vivas, organizadas e identificadas conforme os critérios científicos da nomenclatura botânica, para fins de estudo, pesquisa e documentação do patrimônio florístico do país, mas com enfoque para a flora paranaense.

O Jardim Botânico abriga um fragmento florestal remanescente da Floresta com Araucárias (Floresta Ombrófila Mista), que atualmente apenas pode ser acessado pelos funcionários do parque e pesquisadores, ou por meio de visitas agendadas e guiadas. Há cerca de sete anos esse fragmento florestal foi cercado e o acesso de pessoas não autorizadas foi proibido, isso porque a visitação aberta estava causando muitos danos à fauna e flora local.

### **Caracterização da vegetação da área de estudo**

A pesquisa foi realizada em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2012) ou Floresta com Araucárias, com área de 6,5 ha, situado dentro dos limites do Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (Jardim Botânico de Curitiba – JBC) (25°26'33”S e 49°14'12”W), a cerca de 920 m s.n.m., Curitiba, Paraná, Brasil.

Este remanescente já sofreu diversas alterações no passado, desde a retirada de madeira, anteriormente à criação do parque municipal, até o intenso tráfego de pessoas em seu interior. Mas atualmente esse fragmento florestal encontra-se isolado da visitação pública e em processo de regeneração da vegetação.

A presença de uma nascente em seu interior leva à formação de um pequeno córrego, que devido ao relevo local acabou desenvolvendo uma pequena planície aluvial, por onde o córrego meandra e promove alagamentos periódicos.

Portanto a Floresta Ombrófila Mista local evidencia duas de suas formações, a Montana e a Aluvial (IBGE, 2012), cujas características fisiológicas, florísticas e estruturais são bastante distintas.

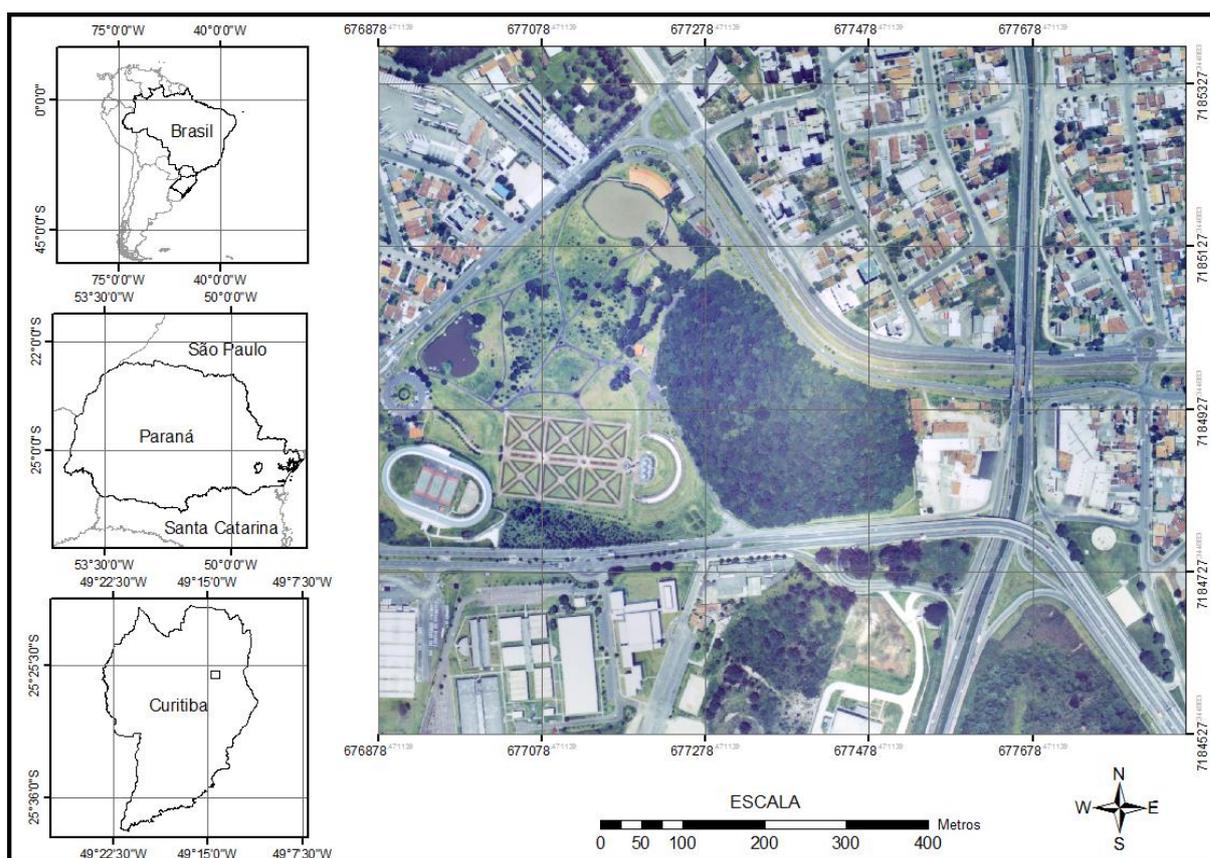


Figura 1. Localização da área de estudo no contexto nacional, estadual e municipal. Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

Justamente por se tratar de um espaço com acesso restrito é que este remanescente florestal foi selecionado para esta pesquisa, pois era necessário um

local seguro para a instalação das colmeias de meliponíneos – Feiden (1994) teve problemas com roubo de colmeias em seu experimento, na região oeste do estado, e alguns resultados foram prejudicados. Além disso, o próprio remanescente, apesar das alterações sofridas no passado, é um representante da flora da região metropolitana de Curitiba, cujo porte das árvores, remete a florestas entre o estágio médio e avançado de sucessão secundária (CONAMA, 1994), ou seja, tem características florísticas que se assemelham às florestas existentes na região, anteriormente à ocupação humana, embora diferentes destas principalmente em relação às estruturas horizontal e vertical da vegetação.

## **CAPÍTULO 1: Potencial polinizador e sobreposição de nicho alimentar de quatro espécies de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil.**

### **INTRODUÇÃO**

A importância dos polinizadores para a manutenção de culturas agrícolas é um tema que já ocupa cientistas há algum tempo (KEVAN e IMPERATRIZ-FONSECA, 2006; IMPERATRIZ-FONSECA, SARAIVA e JONG, 2006; GALLAI *et al.*, 2009), mas atualmente essa preocupação tem aumentado, principalmente devido ao relato de diversos casos de desaparecimento de colônias de abelhas e outros polinizadores, ocasionando inclusive a redução de produção de algumas culturas (TOLEDO *et al.*, 2013). Dentre os fatores que contribuem para essa situação estão o aquecimento global, o desmatamento e o uso indiscriminado de agrotóxicos (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998; KEVAN e IMPERATRIZ-FONSECA, 2006; KLUSER e PEDUZZI, 2007; ROCHA, 2012). Sabe-se que as abelhas são agentes polinizadores efetivos de diversas culturas, contribuindo não somente para o aumento da produção, como também para a melhor formação dos frutos, que se tornam mais atraentes no mercado (IMPERATRIZ-FONSECA, SARAIVA e JONG, 2006; FERREIRA, 2008).

Grande parte desses estudos, no entanto, é direcionada para uma única espécie, em especial a abelha melífera *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, mas já há estudos que envolvem também outras espécies, sociais e não sociais (KEVAN e IMPERATRIZ-FONSECA, 2006; IMPERATRIZ-FONSECA, SARAIVA e JONG, 2006; ROCHA, 2012). Dentre as espécies sociais se destacam aquelas da subtribo Meliponina (Hymenoptera, Apidae), ou seja, as abelhas sem ferrão. Diversos autores, como Roubik (1989), Momose *et al.* (1998), Ramalho (2004), Cruz *et al.* (2005), Sarto, Peruquetti e Campos (2005), Slaa *et al.* (2006), Martins e Batalha (2007), abordaram o papel da polinização dessas abelhas, tanto para culturas agrícolas como de ambientes naturais.

Kerr (1997) assevera que a grande vantagem dos meliponíneos brasileiros é a polinização das fanerógamas, pois “de 30% das espécies da caatinga e pantanal, até 90% [das plantas] em algumas manchas da Mata Atlântica [...] e algumas partes da Amazônia [...] necessitam dos meliponíneos para a polinização e frutificação”.

Diante dessa afirmativa surge a indagação de como foram feitas estas estimativas e se elas realmente correspondem à realidade. Na tentativa de se obter uma informação mais precisa quanto a esses números, mas restringindo-se à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), não citada especificamente por Kerr, elaborou-se o presente estudo.

Com a instalação de colmeias de quatro espécies de meliponíneos em um fragmento de Floresta com Araucária, examinou-se o espectro polínico dos méis e do pólen armazenado por essas abelhas, com o intuito de averiguar se houve sobreposição de nicho alimentar entre elas e se estas abelhas realmente são potenciais polinizadoras da flora nativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O experimento foi instalado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucárias) situado dentro dos limites do Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter – conhecido como Jardim Botânico de Curitiba – (25°26'33"S e 49°14'12"W), Curitiba, Paraná, Brasil.

### Instalação das colmeias e coleta de mel e pólen

Para a realização deste experimento foram utilizadas 16 colmeias de Meliponina, sendo quatro de *Melipona marginata* Lepeletier, 1836 (manduri), quatro de *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier, 1836) (mandaçaia), quatro de *Plebeia emerina* (Friese, 1900) (mirim) e quatro de *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836) (tubuna). Todas as colmeias foram instaladas em suportes de 1 m de altura no interior do fragmento florestal estudado, a aproximadamente 10 m da borda do mesmo (Figura 2). Estas colmeias foram divididas em 4 grupos separados cerca de 200 m um do outro e as colmeias também separadas cerca de 5 m umas das outras dentro do grupo. Antes de levar as colmeias até os locais definidos como grupos, as mesmas foram enumeradas e realizou-se um sorteio para se definir quais as colmeias que comporiam cada grupo, sendo que cada grupo deveria abranger as quatro espécies estudadas.

Após a instalação, esperou-se um mês para que as abelhas se adaptassem ao local e então se procedeu à marcação dos potes de alimento presentes nas colmeias. Esta marcação foi feita com esmalte de unha de cor vermelha ou *pink*, para os potes de alimento total ou parcialmente ocupados por alimento, tanto pólen quanto mel, e de cor amarela para os potes vazios. Esperou-se, então, mais um mês para o início da coleta de material para análise. Nos potes amostrados todo o conteúdo era coletado. O volume de material coletado variou conforme a espécie e a colmeia, pois não é prudente retirar todo o alimento armazenado no período de amostragem.

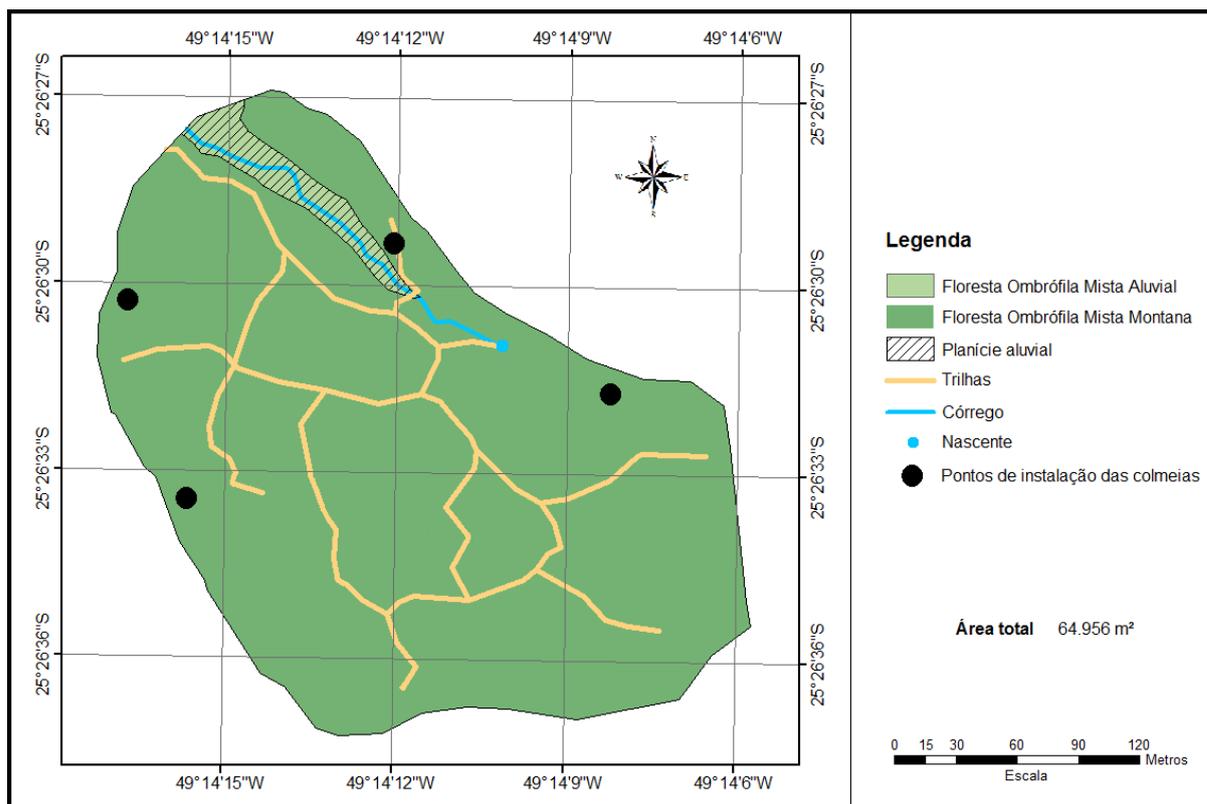


Figura 2. Localização dos pontos de instalação das 16 colmeias de *Meliponina* (Hymenoptera, Apidae) no interior do remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Em cada ponto foi instalada uma colmeia para cada espécie de abelha: *Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*.

Durante as campanhas de amostragem os potes vazios ou que tinham sido esvaziados naquela campanha eram marcados com esmalte amarelo, o que indicaria que poderiam ser amostrados na próxima campanha; já os potes que estavam marcados de *pink* não eram abertos, pois estavam cheios de material armazenado anteriormente ao período definido para coleta. Sempre se procurou escolher, para a amostragem, mais de um pote de mel e de pólen (esse número variou conforme a espécie e o período, não sendo possível manter um padrão), preferencialmente de “frentes de armazenamento” distintas, ou seja, potes de diferentes locais da colmeia. Isso porque é perceptível que cada novo pote pode conter material diverso de outros potes do mesmo período de coleta (mês), provavelmente porque os potes sejam cheios em diferentes períodos de dias, mesmo que próximos, abrangendo floradas distintas. Quanto a isso, entretanto, Barth (2006) esclarece que as abelhas saem à procura de uma única espécie floral, mas não obtendo quantidade suficiente acabam visitando outras fontes florais e

muitas vezes misturam o pólen numa mesma bolota, na corbícula (tíbia da perna traseira), o que acarretaria em potes de alimento sendo preenchidos com diferentes fontes polínicas. Como os potes de alimento são reutilizados pelas abelhas é possível que as amostras analisadas contenham contaminações de outros meses, além daquele mês de correspondência da amostra, embora em quantidades pequenas e que não fazem parte do pólen dominante.

A partir de então foram realizadas coletas de mel e de pólen, ou, às vezes, uma mistura de mel e pólen (*M. quadrifasciata*), diretamente nas colmeias. As coletas e análises melissopalínológicas foram feitas para os meses de julho, agosto e setembro de 2011<sup>1</sup>. O mel foi coletado com o auxílio de uma seringa de 10 ml, onde ao invés da agulha se acoplava um canudo de plástico, pois a densidade dos méis muitas vezes não permite a passagem por agulhas. O pólen, ou a mistura de mel e pólen, foi coletado utilizando-se pequenas espátulas de acrílico. As coletas foram realizadas em períodos de aproximadamente 30 dias, pois nem sempre as condições atmosféricas eram favoráveis.

Em todas as campanhas de coleta os compartimentos de onde eram retiradas as amostras eram fotografados com câmera digital, após a marcação dos potes de alimento, e estas imagens eram impressas e utilizadas como referência na campanha subsequente, pois muitas vezes os potes de alimento eram desmontados ou sobrepostos entre os períodos de amostragem.

Devido às baixas temperaturas (inverno) no período de coletas, as colmeias receberam alimentação artificial, com uma mistura simples de açúcar e água, na proporção 1:1; assim, as colmeias poderiam dispor de uma fonte energética que as auxiliaria a passar pelo período crítico. A introdução de alimento artificial para a colméia influencia na quantidade do néctar coletado em campo pelas abelhas, o que pode resultar em nenhum ou em baixa densidade de grãos de pólen nectaríferos nas amostras de mel. No entanto, foi considerada imprescindível tal adição frente ao risco de se perder colmeias por falta de alimento, conseqüente da baixa atividade externa das abelhas durante épocas de baixas temperaturas constantes.

---

<sup>1</sup> Hove coletas durante um ano (julho de 2011 a junho de 2012), mas não foi possível preparar todas as amostras a tempo para a conclusão deste trabalho.

## Preparação das amostras e montagem das lâminas

As amostras de mel foram preparadas segundo o método padrão europeu (MAURIZIO e LOUVEAUX, 1965), sem acetólise (a acetólise é uma preparação que utiliza ácido sulfúrico e anidrido acético), dissolvendo-se 10 g de mel em 20 ml de água destilada. Quando não havia quantidade de mel suficiente nos potes que atingisse 10 g, usou-se todo conteúdo coletado acrescentando-se o dobro de água para a preparação, anotando-se o peso de mel de cada amostra. Após duas centrifugações e o descarte do sobrenadante, acrescentou-se 5 ml de água glicerinada (1:1) e a mistura foi deixada em repouso por pelo menos 15 minutos. Procedeu-se a mais uma centrifugação, escorrendo-se bem o líquido, e o sedimento polínico que permaneceu no fundo do tubo obtido foi aderido ao cubinho de 1mm<sup>3</sup> de gelatina glicerinada. As lâminas foram montadas com a gelatina glicerinada embebida no sedimento e vedadas com parafina. Segundo Barth (1989), o uso deste método mantém os grãos de pólen inteiramente hidratados e distendidos, com a cor natural, além de manter alguns fatores importantes para a determinação dos tipos polínicos, como a intina, o citoplasma, óleos aderentes etc., apesar das estruturas das exinas muitas vezes não serem nítidas. Este método não é insalubre, é mais simples, rápido e menos dispendioso do que o método da acetólise de Erdtman (1960) (MODRO, 2006) e leva aos mesmos resultados e conclusões (BARTH, 1989).

Como a quantidade de pólen estocado puro nos potes de alimento das abelhas muitas vezes era insuficiente para a realização do procedimento padrão europeu (MAURIZIO e LOUVEAUX, 1965), houve uma simplificação do método, que consistiu em diluir a massa polínica das amostras em álcool PA (99%) e homogeneizar (com estilete ou bastão de vidro) até se obter uma consistência pastosa. Então o método seguiu as mesmas orientações relativas ao mel, onde as lâminas foram montadas com a gelatina glicerinada embebida no sedimento e vedadas com parafina.

A análise quantitativa considerou a identificação de “Tipos Polínicos” baseada na morfologia dos grãos de pólen. Esse procedimento é utilizado porque há espécies com grãos de pólen iguais ou muito semelhantes morfologicamente, pertencendo ou não a espécies do mesmo gênero, dificultando a exata identificação. Geralmente a separação de famílias através de seus grãos de pólen não constitui maior obstáculo (BARTH, 1989), entretanto, algumas amostras de mel aqui analisadas tiveram uma

grande diversidade polínica e às vezes não foi possível identificar nem mesmo a família botânica, quando se classificou o pólen como “não identificado”.

As amostras foram analisadas quantitativamente por meio da contagem, em microscópio fotônico, de cerca de 300 grãos de pólen contidos nas amostras mensais de mel de cada colmeia, e cerca de 500 grãos para o pólen estocado nos potes. No entanto, os tipos polínicos foram ordenados de acordo com suas frequências mensais por espécie de abelha, e não por colmeia, ou seja, a somatória mensal dos tipos polínicos das quatro colmeias instaladas no fragmento florestal. Como a intenção era verificar a diferença na utilização de recursos entre as espécies de abelhas, adotou-se esse método de avaliação, pois houve ocasiões em que não se encontrou material disponível para coleta em todas as colmeias, mas a informação referente à espécie de abelha foi mantida. A frequência de grãos de pólen em amostras, segundo padrões internacionais, geralmente é dividida nas seguintes classes de porcentagem, Pólen dominante (PD: >45% do total de grãos de pólen), Pólen acessório (PA: 15-45%) e Pólen isolado, este último subdividido em importante e ocasional (PLi: 3-15% e PLo: <3%) (MAURIZIO e LOUVEAUX, 1965; LOUVEAUX, MAURIZIO e VORWOHL, 1978; BARTH, 1989; MORETI *et al.*, 2007). Esses percentuais foram indicados nos títulos das tabelas de frequência, como referência. A identificação dos tipos polínicos foi baseada na comparação com tipos polínicos da palinoteca de referência do Instituto de Botânica de São Paulo e catálogos palinológicos (MELHEM e CORRÊA, 1987; ROUBIK e MORENO, 1991; CORRÊA, WATANABE e MELHEM, 1992; PIRANI e CORTOPASSI-LAURINO, 1993; CRUZ-BARROS e GRANITO, 1995, 1997; SILVESTRE-CAPELATO e MACHADO, 1996; SILVESTRE-CAPELATO e MELHEM, 1997; CRUZ-BARROS e SOUZA, 2005; GIULIETTI, 2006; MORETI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2010; CRUZ-BARROS, CORRÊA e AMORIM, 2011; MOUGA e DEC, 2012). Para facilitar a identificação polínica, durante a coleta de dados referentes às abelhas, foi realizado o levantamento das espécies de plantas em floração e com botões florais, no fragmento florestal estudado e seus arredores (Apêndice A). Optou-se pela anotação das espécies com botões porque é possível que espécimes de uma mesma espécie tenham períodos disjuntos de floração na mesma época, ou seja, uma floração assíncrona (BENCKE e MORELLATO, 2002). Além disso, os Meliponina muitas vezes forçam a abertura de botões florais para a coleta de néctar ou pólen das flores (observação pessoal).

Os grãos de pólen observados nas amostras foram fotografados com um fotomicroscópio binocular Olympus BX50 acoplado a uma câmera de vídeo e um computador equipado com o software de captura de imagem Cell Sens da Olympus. O Apêndice B traz uma compilação dos tipos polínicos fotomicrografados.

### **Análise dos dados**

Para verificar se houve diferenças significativas no número de tipos polínicos observados (riqueza) nos três meses de análise, tanto do mel como do pólen estocado, para cada espécie de abelha e entre as espécies, foram realizadas análises de variância (ANOVA), com delineamento em blocos casualizados, precedidas pelo Teste de Bartlett (homogeneidade de variâncias) e sucedidas, quando da constatação de diferenças significativas entre as variáveis, pelo Teste de Tukey (comparação de médias), com o auxílio do *software* gratuito de assistência estatística ASSISTAT Versão 7.6 beta (pt) (SILVA, 2013).

Após a contagem dos tipos polínicos utilizou-se o *software* Minitab 14 para realização de análises de agrupamento em árvore (*tree clustering*) e verificar a similaridade entre os tipos polínicos armazenados nas colmeias das 4 espécies de abelha estudadas, por meio da distância de conexão simples (*single linkage distance*). Dessas análises foram gerados dendrogramas de similaridade entre as 4 espécies de abelhas. Os métodos utilizados na análise de *cluster* têm caráter exploratório e ajudam na formulação de hipóteses.

Como este estudo pretende não apenas apontar a origem botânica dos recursos alimentares utilizados pelas abelhas, mas também o compartilhamento destes recursos, não foram excluídos da Soma Polínica de cada amostra de mel os tipos polínicos anemófilos (dispersos pelo vento) e os não nectaríferos (originários de plantas que não possuem nectários). Entretanto estes foram devidamente identificados no texto e nas tabelas. Isto porque se entende que, por estarem todas as colmeias instaladas no mesmo fragmento florestal, distantes apenas alguns metros umas das outras, todas estão sujeitas às mesmas condições de “contaminação” polínica das amostras. Nas análises das amostras do pólen estocado a Soma Polínica incluiu todos os tipos polínicos observados em cada uma delas já que, nesse caso, o pólen das plantas poliníferas (plantas muito produtoras de pólen) foi o alvo das abelhas na busca do recurso alimentar.

Foi utilizado o Índice de Jaccard (Cj) (JACCARD, 1912; MAGURRAN, 1988) para verificar se houve similaridade qualitativa entre os Tipos Polínicos identificados nas análises melissopalínológicas e as espécies arbóreas observadas em floração ou com botões florais, no interior do remanescente florestal onde foram instaladas as colmeias. Este índice foi calculado como uma aproximação estimativa da similaridade entre os táxons, já que os Tipos Polínicos nem sempre correspondem exatamente a uma determinada espécie de planta, mas a um grupo de plantas.

## RESULTADOS

### Espectro polínico do pólen contido no mel armazenado nas colmeias

Considerando-se os grãos de pólen contidos no mel armazenado nas colmeias das quatro espécies de abelhas, durante os três meses em análise, foram observados no total das amostras 97 tipos polínicos, dos quais nove (9,3%) não foram identificados taxonomicamente (Tabela 1). Neste total estão inclusos os tipos polínicos anemófilos *Araucaria angustifolia*, *Pinus*, *Poaceae*, *Typha* e *Cecropia*; e os tipos não nectaríferos, mas poliníferos, *Begonia*, *Piper* e *Solanum*.

Os tipos polínicos subrepresentados nas amostras, ou seja, provenientes de plantas poliníferas, mas com muita produção de nectar, são *Acacia*, *Acacia mearnsii*, *Salvia/Hyptis* e *Citrus*. Os tipos super-representados, de plantas nectaríferas, mas muito poliníferas, são *Mimosa scabrella*, *Mimosa selloi*, *Mimosa verrucosa* e *Eucalyptus* (BARTH 1989; VIT, PEDRO e ROUBIK, 2013).

A análise de variância não revelou diferença significativa na riqueza de tipos polínicos observada entre o mel das quatro espécies ( $F_{3,6}=4,15$ ;  $p=0,06$ ) e entre os três meses analisados ( $F_{2,6}=0,27$ ;  $p>0,05$ ).

No mês de **julho**, foram observados 56 tipos polínicos, dos quais cinco (8,9%) não foram identificados. Neste mês o pólen tipo *Solanum* foi o mais frequente nas amostras de *Melipona marginata* (Mm) e *Melipona quadrifasciata* (Mq), com 48,6% e 45,4%, respectivamente, enquanto o tipo *Mimosa scabrella* predominou nas amostras de *Scaptotrigona bipunctata* (Sb), com 49,6% de frequência. Já o espectro polínico dos méis de *Plebeia emerina* (Pe) foi preenchido, principalmente, pelo pólen tipo *Euterpe/Syagrus* (39,1%).

O mês de **agosto** somou um total de 52 tipos polínicos, dentre os quais três (5,8%) não foram identificados. Para Mm o tipo polínico de maior frequência neste mês foi *Eugenia* (37,7%), assim como para Pe (50,6%). O tipo *Allophylus* foi o que dominou as amostras de Mq (60,37%) e de Sb (36,2%), embora o tipo *Mimosa scabrella* também tenha sido relevante para Sb (25,3%).

O mês de **setembro** teve o espectro polínico composto por 53 tipos, dos quais três (5,7%) não puderam ser identificados. O tipo polínico *Casearia sylvestris* predominou nas amostras de Mq (76,0%) e de Sb (62,1%) em setembro. As amostras de mel de Mm tiveram certa equivalência entre os tipos polínicos *Myrcia*

(21,4%), *Senecio* (18,3%) *Allophylus* (15,9%) e *Casearia sylvestris* (15,6%). Da mesma forma, os tipos *Solanum* (29,3%) e *Casearia sylvestris* (29,0%) predominaram nas amostras de Pe.

Tabela 1. Espectro polínico do mel de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*, Mq- *Melipona quadrifasciata*, Pe- *Plebeia emerina*, Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). É indicado o provável hábito das plantas cujos grãos de pólen foram observados (ab- arbustivo; abe- arbustivo-escandente; av- arbóreo; ave- arbóreo-escandente; ep- epífítico; hb- herbáceo; hp- hemiparasítico; li- lianóide; pa- paludal) e a frequência dos Tipos Polínicos em porcentagem (Pólen Dominante: >45% do total de grãos de pólen; Pólen Acessório: 15-45%; Pólen Isolado Importante: 3-15%; Pólen Isolado Ocasional: <3%).

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET					
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		
ANACARDIACEAE																	
<i>Schinus</i>	av	-	-	0,65	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	3,36	1,44		
ANNONACEAE																	
Annonaceae	av	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
APOCYNACEAE																	
Apocynaceae	ab/abe	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mandevilla</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
ARALIACEAE																	
<i>Hydrocotyle</i>	hb/pa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Schefflera</i>	ab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-
ARAUCARIACEAE																	
<i>Araucaria angustifolia*</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,09	0,20	-	-	-
ARECACEAE																	
<i>Euterpe/Syagrus</i>	av	-	-	39,14	0,05	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-
ASTERACEAE																	
<i>Baccharis</i>	ab/hb	-	-	-	0,27	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mikania</i>	li	-	-	-	-	-	0,77	0,09	0,10	-	-	1,83	0,17	3,16	2,32	-	-
<i>Montanoa</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,64	-	-	-	-
<i>Senecio</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,29	-	-	-	-	-
Asteraceae	-	-	-	-	0,69	-	-	0,09	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-
BALSAMINACEAE																	
<i>Impatiens walleriana</i>	hb	-	-	7,10	-	-	-	3,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEGONIACEAE																	
<i>Begonia**</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,23	-	-	-
BIGNONIACEAE																	
<i>Jacaranda</i>	av	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BORAGINACEAE																	
<i>Cordia</i>	av	-	-	0,16	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72
<i>Echium</i>	hb	-	-	-	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRASSICACEAE																	
<i>Brassica</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,20	-	-	-
BROMELIACEAE																	
Bromeliaceae	ep	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BURSERACEAE																	
<i>Protium</i>	av	-	-	-	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CACTACEAE																	
Cactaceae	ep	-	-	0,16	-	-	-	0,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CARDIOPTERIDACEAE																	
<i>Citronella</i>	av	-	-	-	0,21	0,10	-	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONVOLVULACEAE																	
<i>Merremia dissecta</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Evolvulus</i>	hb	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUNONIACEAE																	
<i>Lamanonia</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
DIOSCOREACEAE																	
<i>Dioscorea</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
EUPHORBIACEAE																	
<i>Acalypha</i>	hb	-	-	0,08	-	3,59	1,70	1,33	7,72	1,54	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alchornea</i>	av	0,56	-	-	-	1,99	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-
<i>Bernardia</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	4,25	-	-	-

continua...

...continuação

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET			
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb
<i>Croton</i>	av	-	-	0,24	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	
<i>Sebastiania</i>	av	-	-	0,08	-	-	-	2,56	-	-	-	-	0,89	0,40	
FABACEAE															
<i>Acacia</i> ****	li	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acacia mearnsii</i> ****	av	0,56	-	-	0,21	-	0,31	-	-	0,07	-	-	-	0,16	
<i>Anadenanthera</i>	av	-	-	-	0,11	-	0,62	-	0,86	-	-	-	-	0,96	
<i>Bauhinia</i>	av/li	-	-	-	0,05	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	
<i>Crotalaria</i>	hb	-	-	1,61	0,05	-	-	-	-	0,15	-	0,10	-	-	
<i>Galactia</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,66	-	-	-	-	-	-	
<i>Machaerium</i>	av/ave/li	-	-	0,81	0,05	-	0,15	-	0,29	0,29	-	2,27	0,88	-	
<i>Mimosa scabrella</i> ***	av	0,84	-	-	<b>49,65</b>	8,67	16,41	-	25,26	1,90	3,27	0,10	0,56	-	
<i>Mimosa selloi</i> ***	ab	-	-	-	-	0,30	-	-	0,10	-	-	-	-	-	
<i>Mimosa verrucosa</i> ***	-	-	-	0,24	14,84	-	0,46	-	0,48	0,44	-	-	-	-	
<i>Piptadenia</i>	av	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,07	-	-	-	-	
<i>Schizolobium</i>	av	-	-	0,40	1,92	-	-	-	0,10	0,07	-	-	0,08	-	
Fabaceae 1	-	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabaceae 2	-	-	-	4,92	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabaceae 3	-	-	-	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabaceae 4	-	-	-	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fabaceae 5	-	-	-	-	-	-	-	1,33	-	-	-	-	-	-	
LAMIACEAE															
<i>Salvia/Hyptis</i> ****	ab/hb	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LAURACEAE															
<i>Ocotea</i>	av	-	-	-	-	-	0,46	0,28	4,10	-	-	0,99	-	-	
LORANTHACEAE															
Loranthaceae	hp	-	-	-	-	0,10	0,15	0,19	-	-	-	2,42	0,08	-	
MELASTOMATACEAE															
Melastomataceae	av/ab/hb	0,56	5,04	-	11,05	6,98	2,79	1,99	0,10	3,15	0,17	0,10	-	-	
MELIACEAE															
<i>Melia azedarach</i>	av	-	0,46	-	-	-	0,31	0,09	9,63	0,29	0,26	0,20	7,84	-	
MORACEAE															
<i>Morus</i>	av	2,53	-	-	-	0,40	-	14,15	0,10	0,15	-	2,37	0,08	-	
MONIMIACEAE															
<i>Mollinedia clavigera</i>	av	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-	-	-	-	-	
MONOCOTILEDONEA															
<i>Allium</i> (Amaryllidaceae)	hb	-	0,11	-	-	-	-	5,98	-	-	-	-	-	-	
Monocotiledonea 1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	
Monocotiledonea 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,59	-	-	
Monocotiledonea 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96	-	
Monocotiledonea 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MYRTACEAE															
<i>Eucalyptus</i> ***	av	-	6,87	-	5,82	-	0,93	-	0,67	0,80	-	-	0,16	-	
<i>Eugenia</i>	av	16,57	11,57	3,31	7,69	37,69	2,48	<b>50,62</b>	7,15	5,27	1,29	-	1,76	-	
<i>Myrcia</i>	av	19,94	29,10	-	0,80	-	7,12	-	0,95	21,36	2,07	-	1,12	-	
ONAGRACEAE															
<i>Ludwigia</i>	ab/hb	-	-	0,16	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	
PASSIFLORACEAE															
<i>Passiflora actinia</i>	li	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	0,09	0,59	-	-	
PINACEAE															
<i>Pinus</i> *	av	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	
PIPERACEAE															
<i>Piper</i> **	ab/hb/ep	-	-	13,48	0,21	0,10	-	4,37	0,38	1,24	-	1,09	0,48	-	
POACEAE															
Poaceae*	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	
POLYGONACEAE															
<i>Polygonum capitatum</i>	hb	-	-	2,66	-	0,10	-	1,23	-	-	-	0,40	-	-	
PORTULACACEAE															
<i>Portulaca</i>	hb	-	-	-	-	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	
PROTEACEAE															
<i>Roupala brasiliensis</i>	av	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	
ROSACEAE															
<i>Prunus</i>	av	-	-	0,40	0,11	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	
<i>Prunus/Rubus</i>	ab/av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,36	-	-	
RUBIACEAE															
<i>Diodia</i>	hb	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RUTACEAE															
<i>Citrus</i> ****	av	-	-	4,92	-	-	-	0,66	-	-	-	-	-	-	
<i>Zanthoxylum</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	
SALICACEAE															
<i>Casearia sylvestris</i>	av	-	0,23	-	-	9,57	0,31	-	5,15	15,58	<b>75,97</b>	29,05	<b>62,08</b>	-	
<i>Xylosma</i>	av	0,28	-	-	-	-	-	-	-	0,37	-	0,69	-	-	
SAPINDACEAE															
<i>Allophylus</i>	av	0,56	-	3,07	0,11	17,65	<b>60,37</b>	0,57	36,22	15,87	0,60	6,82	15,68	-	

continua...

...conclusão

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET			
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb
<i>Cupania vernalis</i>	av	-	1,03	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Matayba elaeagnoides</i>	av	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	
<i>Serjania laruotteana</i>	li	8,43	-	0,40	0,64	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	
SOLANACEAE															
<i>Solanum</i> **	ab/av/hb	<b>48,60</b>	<b>45,36</b>	7,43	0,05	11,27	4,33	7,22	0,19	9,95	1,12	29,35	-	-	
TROPAEOLACEAE															
<i>Tropaeolum</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,15	-	-	-	-	
TYPHACEAE															
<i>Typha</i> *	pa	-	-	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
URTICACEAE															
<i>Cecropia</i> *	av	-	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
VERBENACEAE															
<i>Lantana</i>	ab/hb	-	-	0,40	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	
NÃO IDENTIFICADOS															
9 tipos	-	-	-	4,52	0,11	-	-	1,52	-	0,59	-	-	-	-	
<b>Total Frequência (%)</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	
<b>Tipos/Espécie*****</b>		<b>12</b>	<b>11</b>	<b>28(+4)</b>	<b>28(+1)</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>31(+3)</b>	<b>22</b>	<b>28(+3)</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>20</b>		
<b>Tipos/Mês*****</b>				<b>51(+5)</b>				<b>49(+3)</b>				<b>50(+3)</b>			

\* Tipo Polínico anemófilo. (PEGORARO e ZILLER, 2003; VIT, PEDRO e ROUBIK, 2013; WALSH, 1978).

\*\* Tipo Polínico não nectarífero.

\*\*\* Tipo Polínico com tendência à super-representação de néctar (proveniente de espécies muito nectaríferas).

\*\*\*\* Tipo Polínico com tendência à sub-representação de néctar (proveniente de espécies muito poliníferas).

\*\*\*\*\* Os parênteses referem-se aos Tipos Polínicos não identificados a nível taxonômico.

## Espectro polínico do pólen armazenado nas colmeias

O levantamento dos tipos polínicos do pólen armazenado no interior das colmeias das quatro espécies de abelhas estudadas demonstrou que 71 tipos formam o espectro polínico das espécies nos três meses de amostragem, sendo seis (8,4%) tipos não identificados taxonomicamente (Tabela 2). Foram observados apenas dois tipos anemófilos, *Araucaria angustifolia* e *Typha*.

A análise de variância demonstrou não haver diferença significativa entre a riqueza de tipos polínicos observados entre as quatro espécies de abelhas ( $F_{3,6}=2,34$ ;  $p=0,17$ ) e entre os três meses de amostragem ( $F_{2,6}=4,45$ ;  $p=0,06$ ).

No mês de **julho** verificou-se a presença de 23 tipos polínicos no total. Neste mês o tipo polínico Melastomataceae foi o mais abundante no espectro polínico do pólen armazenado por *Melipona marginata* (Mm) (71,4%), *Melipona quadrifasciata* (Mq) (92,6%) e *Scaptotrigona bipunctata* (Sb) (68,7%). Nas amostras de *Plebeia emerina* (Pe) os tipos polínicos de maior frequência foram Melastomataceae (31,0%), *Mollinedia clavigera* (36,8%) e *Piper* (31,1%).

As amostras de pólen do mês de **agosto** revelaram uma riqueza total de 38 tipos polínicos, onde apenas um (2,6%) não foi identificado. O tipo polínico predominante nas colmeias de Mm em agosto foi Melastomataceae (34,1%), seguido por *Acalypha* (28,0%) e *Allophylus* (22,9%). Nas colmeias de Mq o pólen tipo *Myrcia* (45,9%) foi o mais abundante, enquanto nas colmeias de Pe dominou o tipo *Euterpe/Syagrus* (46,2%), seguido pelo tipo *Piper* (36,3%). As colmeias de Sb revelaram os tipos polínicos *Mimosa scabrella* (25,6%), *Mimosa verrucosa* (22,5%) e *Allophylus* (16,9%) como os mais frequentes nesta espécie.

Em **setembro** ocorreram 51 tipos polínicos no espectro polínico total das quatro espécies de abelhas, sendo cinco (9,8%) não identificados. *Myrcia* (26,1%), *Solanum* (21,9%) e *Allophylus* (21,1%) foram os tipos polínicos de maior frequência nas colmeias de Mm. Novamente o tipo *Myrcia* (73,0%) dominou as amostras de Mq e os tipos *Morus* (28,4%) e *Crotalaria* (25,6%) foram os mais abundantes nos estoques de pólen de Pe. As amostras de Sb tiveram o tipo polínico *Casearia decandra* (39,4%) como os mais frequentes.

Tabela 2. Espectro polínico do pólen estocado nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*, Mq- *Melipona quadrifasciata*, Pe- *Plebeia emerina*, Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). É indicado o provável hábito das plantas cujos grãos de pólen foram observados (ab- arbustivo; abe- arbustivo-escandente; av- arbóreo; ave- arbóreo-escandente; ep- epifítico; hb- herbáceo; hp- hemiparasítico; li- lianóide; pa- paludal) e a frequência dos Tipos Polínicos em porcentagem (Pólen Dominante: >45% do total de grãos de pólen; Pólen Acessório: 15-45%; Pólen Isolado Importante: 3-15%; Pólen Isolado Ocasional: <3%).

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET			
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb
ANACARDIACEAE															
<i>Schinus</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	0,87	-	0,40	4,85	3,16		
AQUIFOLIACEAE															
<i>Ilex</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05		
ARAUCARIACEAE															
<i>Araucaria angustifolia*</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09		
ARECACEAE															
<i>Euterpe/Syagrus</i>	av	-	-	-	-	-	-	<b>46,23</b>	-	1,94	-	-	0,24		
Arecaceae	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,09		
ASTERACEAE															
<i>Baccharis</i>	ab/hb	-	-	-	-	-	0,10	2,51	2,71	-	0,40	-	-		
<i>Mikania</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	4,59	9,04		
Asteraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-		
BALSAMINACEAE															
<i>Impatiens walleriana</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-		
BIGNONIACEAE															
Bignoniaceae	-	-	-	0,32	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-		
BORAGINACEAE															
<i>Cordia</i>	av	-	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	0,05		
BRASSICACEAE															
<i>Brassica</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46	-		
CACTACEAE															
Cactaceae	ep	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-		

continua...

...continuação

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET					
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		
CARDIOPTERIDACEAE																	
<i>Citronella</i>	av	-	-	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONVOLVULACEAE																	
<i>Evolvulus</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31	-	-	-
DIOSCOREACEAE																	
<i>Dioscorea</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-
EUPHORBIACEAE																	
<i>Acalypha</i>	hb	-	-	-	-	28,01	-	-	0,41	-	0,40	-	-	-	-	-	-
<i>Bernardia</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Croton</i>	av	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sebastiania</i>	av	-	-	-	-	-	-	0,20	10,83	0,19	-	-	-	-	-	-	-
FABACEAE																	
<i>Acacia</i>	li	-	-	-	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia mearnsii</i>	av	-	-	-	0,17	-	-	-	9,91	-	-	-	-	-	-	0,14	-
<i>Anadenanthera</i>	av	-	-	-	-	-	0,10	-	0,31	0,19	-	-	-	-	-	0,33	-
<i>Crotalaria</i>	hb	-	-	-	-	0,10	-	-	3,07	-	-	-	25,64	-	-	-	-
<i>Dalbergia</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	2,55	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	-	-	-	-
<i>Mimosa scabrella</i>	av	13,42	-	-	-	7,74	-	-	25,65	6,31	-	0,46	-	-	-	-	-
<i>Mimosa verrucosa</i>	av	-	-	-	28,43	-	18,26	-	22,48	0,39	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schizolobium</i>	-	-	-	-	0,85	-	-	-	0,15	-	-	1,18	0,09	-	-	-	-
<i>Schrankia/Mimosa selloi</i>	ab	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
LAMIACEAE																	
<i>Salvia/Hyptis</i>	ab/hb	-	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-
LAURACEAE																	
<i>Ocotea</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
LORANTHACEAE																	
Loranthaceae	hp	-	-	0,16	-	-	-	0,20	-	0,10	-	0,33	0,09	-	-	-	-
MELASTOMATAACEAE																	
Melastomataceae	av/ab/hb	<b>71,40</b>	<b>92,61</b>	30,97	<b>68,70</b>	34,13	13,57	3,82	0,05	14,56	0,60	-	-	-	-	-	-
MELIACEAE																	
<i>Melia azedarach</i>	av	-	0,09	-	-	-	-	-	0,92	-	-	0,20	1,08	-	-	-	-
MORACEAE																	
<i>Morus</i>	-	-	0,09	-	-	-	-	-	-	0,19	-	28,39	-	-	-	-	-
MONIMIACEAE																	
<i>Mollinedia clavigera</i>	av	-	-	36,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MONOCOTILEDONEA																	
<i>Allium</i> (Amaryllidaceae)	hb	0,19	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocotiledonea 2	-	-	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monocotiledonea 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-	-	-
Monocotiledonea 4	-	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE																	
<i>Eucalyptus</i>	av	-	3,23	-	-	0,10	-	-	0,26	3,79	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia</i>	av	-	0,09	-	0,34	-	0,70	1,31	0,87	1,65	10,58	0,66	4,99	-	-	-	-
<i>Myrcia</i>	av	4,47	-	-	0,34	3,15	<b>45,91</b>	-	0,61	26,12	<b>73,05</b>	0,13	0,19	-	-	-	-
ONAGRACEAE																	
<i>Ludwigia</i>	ab/hb	-	-	0,65	-	-	-	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PASSIFLORACEAE																	
<i>Passiflora actinia</i>	li	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,21	-	-	-	-	-
PIPERACEAE																	
<i>Piper</i>	ab/hb/ep	-	-	31,13	-	-	-	36,28	-	-	-	8,98	0,09	-	-	-	-
POLYGONACEAE																	
<i>Polygonum</i>	hb	-	-	-	-	-	-	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum capitatum</i>	hb	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-
PROTEACEAE																	
<i>Roupala brasiliensis</i>	av	-	-	-	-	-	0,30	-	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSACEAE																	
<i>Prunus</i>	av	-	-	-	-	0,10	-	-	0,36	-	2,20	5,38	-	-	-	-	-
RUBIACEAE																	
<i>Diodia</i>	hb	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUTACEAE																	
<i>Citrus</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	-	-	-	-	-
SALICACEAE																	
<i>Casearia decandra</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,43	-	-	-	-
<i>Casearia sylvestris</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	0,26	17,90	-	-	-	-
<i>Xylosma</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	0,38	-	-	-	-
SAPINDACEAE																	
<i>Allophylus</i>	av	-	-	-	-	22,94	12,97	-	16,86	21,07	-	3,61	17,10	-	-	-	-
<i>Cupania vernalis</i>	av	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diatenopteryx</i>	av	0,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Matayba elaeagnoides</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	-	-	-	-
<i>Serjania laruooteana</i>	li	3,70	0,55	-	0,34	0,96	0,50	-	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-
SIMAROUBACEAE																	

continua...

...conclusão

Tipos Polínicos	Hábito	JUL				M	AGO				M	SET			
		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb		Mm	Mq	Pe	Sb
<i>Picramnia</i>	av	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	
SOLANACEAE															
<i>Solanum</i>	ab/av/hb	4,28	3,23	-	-	2,77	7,58	6,63	-	21,94	12,38	0,46	-		
TROPAEOLACEAE															
<i>Tropaeolum</i>	hb	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	-	3,74	1,32		
TYPHACEAE															
<i>Typha*</i>	pa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-		
NÃO IDENTIFICADOS															
6 tipos	-	-	-	-	-	-	-	3,96	-	-	-	0,66	2,68		
<b>Total Frequência (%)</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		
<b>Tipos/Espécie**</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>17(+1)</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>29(+3)</b>	<b>22(+2)</b>		
<b>Tipos/Mês**</b>		<b>23</b>				<b>37(+1)</b>				<b>46(+5)</b>					

\* Tipos Polínicos anemófilos. (PEGORARO e ZILLER, 2003; VIT, PEDRO e ROUBIK, 2013; WALSH, 1978).

\*\* Os parênteses referem-se aos Tipos Polínicos não identificados em nível taxonômico.

### Similaridade entre o espectro polínico das espécies de Meliponina

As análises de similaridade revelaram distintas combinações de agrupamento entre as espécies de abelha estudadas, de acordo com a riqueza e frequência dos tipos polínicos utilizados como recursos alimentares nos três meses de amostragem (Figura 3).

Os dendrogramas para o mês de **julho** demonstraram haver grande similaridade entre *Melipona marginata* (Mm) e *Melipona quadrifasciata* (Mq), tanto com relação aos recursos nectaríferos utilizados para o mel (97,7%) quanto ao pólen estocado nos potes das colmeias (99,0%). Ainda se percebe que os recursos utilizados por *Scaptotrigona bipunctata* (Sb), com relação ao pólen estocado, também se assemelham bastante (96,0%) com Mm. *Plebeia emerina* (Pe) apresentou menor similaridade, quanto ao pólen estocado, mas mesmo assim a similaridade, em relação a Mm foi de 75,3%.

No mês de **agosto** nota-se a formação de dois grupos para o mel, Mm-Pe (90,4%) e Mq-Sb (94,4%), embora muito próximos em similaridade. Já os recursos florais usados para coleta de pólen foram compartilhados apenas em cerca de 50% entre as quatro espécies de abelhas.

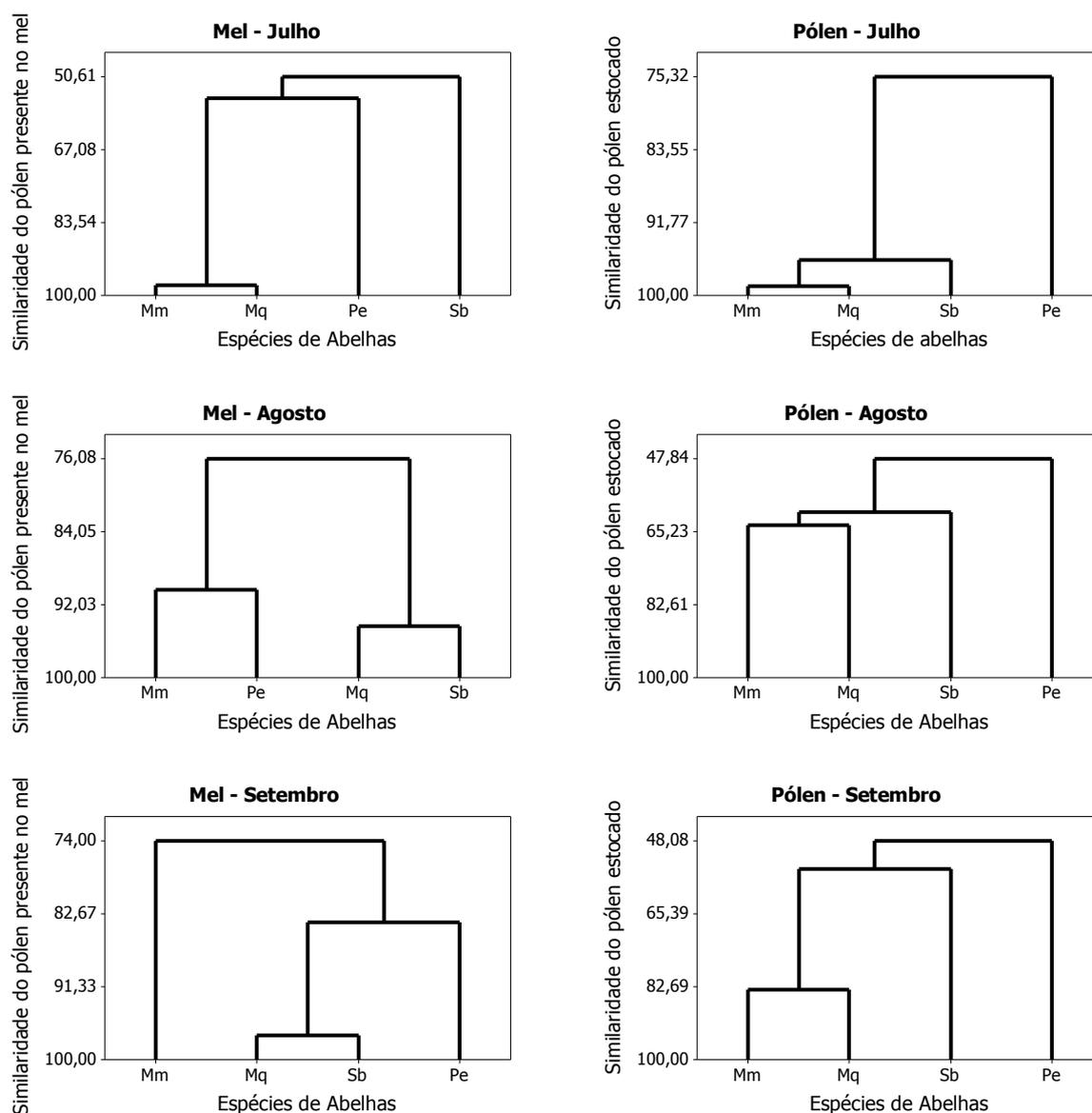


Figura 3. Dendrogramas de similaridade da frequência dos tipos polínicos presentes no mel e no pólen estocado, analisados separadamente, em colmeias de quatro espécies de Meliponina (Mm- *Melipona marginata*; Mq- *Melipona quadrifasciata*; Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) nos meses de julho, agosto e setembro de 2011, em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil).

O mês de **setembro** apresentou grande similaridade nos espectros polínicos encontrados nos méis de Mq e Sb (97,1%), que ainda tiveram grande similaridade com Pe (83,6%). Quanto ao pólen estocado, apenas Mm e Mq compartilharam recursos poliníferos em um nível mais alto de similaridade (83,2%).

Os dendrogramas mostrados na Figura 4 ilustram o arranjo de agrupamentos formados entre os espectros polínicos encontrados tanto no mel quanto no pólen estocado das quatro espécies de abelhas, para os três meses analisados.

Em **julho** os agrupamentos formados praticamente não se alteraram em relação àqueles formados nas análises separadas de mel e pólen estocado, e a repartição dos mesmos recursos florais para coleta de néctar e pólen ficou abaixo de 60% de similaridade, exceto para as amostras de mel Sb (67,7%) que foram mais similares às amostras de pólen.

No mês de **agosto** percebe-se que a situação observada em julho basicamente se repete, mas as amostras de pólen estocado de Sb foram bastante similares (82,5%) com aquelas de mel de Mq e também da própria espécie (Sb).

As análises de **setembro** revelaram maior similaridade entre todas as amostras (acima de 70%), tanto no mel como no pólen estocado, com exceção das amostras de pólen estocado de Pe (51,9%). No entanto, houve a formação de um grupo onde as amostras de mel de Mm tiveram cerca de 83% de similaridade com as amostras de pólen da própria Mm e também de Mq.

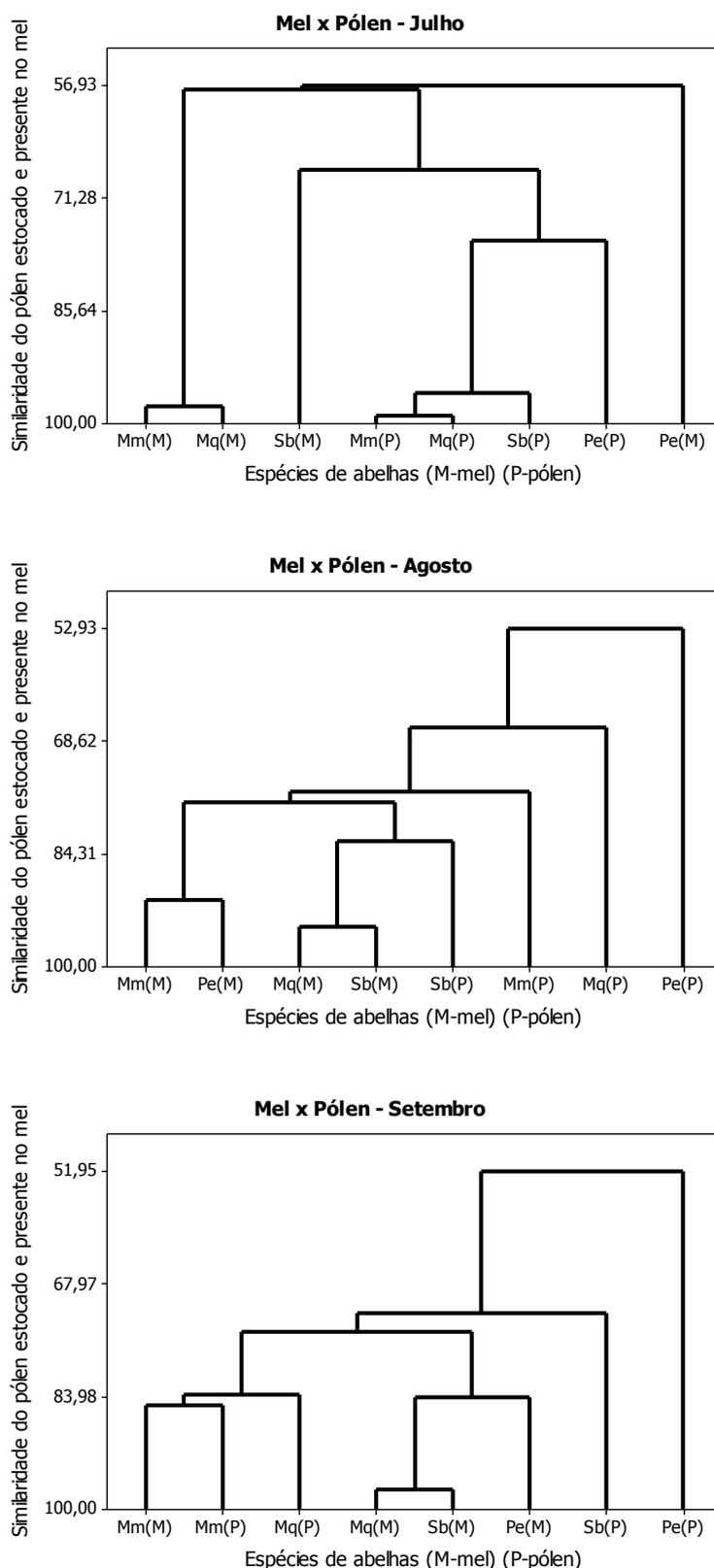


Figura 4. Dedrogramas de similaridade da frequência dos tipos polínicos presentes no mel e no pólen estocado, analisados conjuntamente, em colmeias de quatro espécies de meliponina (Mm- *Melipona marginata*; Mq- *Melipona quadrifasciata*; Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*) nos meses de julho, agosto e setembro de 2011, em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil).

## Similaridade entre as espécies arbóreas em floração e o espectro polínico

Foram identificadas 28 espécies arbóreas florindo ou com botões florais no período de observação, inclusas em 21 famílias botânicas e 25 gêneros (Quadro 1).

Dentre os Tipos Polínicos cujas fontes provedoras poderiam ser plantas arbóreas do interior do fragmento florestal, três foram identificados somente em nível de família botânica, 19 em nível de gênero e apenas sete até o nível de espécie, totalizando 29 Tipos Polínicos.

Quadro 1. Espécies arbóreas, em flor ou botão, e tipos polínicos que podem abranger espécies arbóreas. Os dados se referem ao remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil), nos meses de julho (J), agosto (A) e setembro (S).

FAMÍLIA	LEVANTAMENTO FLORÍSTICO			MELISSOPALINOLOGIA (mel e pólen)					
	Espécie arbórea	JJ	A	S	Tipo polínico	J	A	S	
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	•	•		<i>Schinus</i>	•	•	•	
ANNONACEAE					Annonaceae			•	
AQUIFOLIACEAE					<i>Ilex</i>			•	
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze				<i>Araucaria angustifolia</i> *			•	
ARECACEAE					<i>Euterpe/Syagrus</i>	•	•	•	
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	•	•						
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.				<i>Jacaranda</i> Bignoniaceae			•	
CANELLACEAE	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke			•					
CANNABACEAE	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.			•					
CARDIOPTERIDACEAE	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard				<i>Citronella</i>			•	
	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	•	•			•	•		
CELASTRACEAE	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.			•					
CUNONIACEAE					<i>Lamanonia</i>			•	
EUPHORBIACEAE	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	•	•		<i>Sebastiania</i>	•	•	•	
FABACEAE					<i>Dalbergia</i> <i>Machaerium</i>			•	
								•	
LAURACEAE	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	•	•		<i>Ocotea</i>			•	
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	•	•					•	
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	•	•					•	
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	•	•		Melastomataceae	•	•	•	
MONIMIACEAE	<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	•	•		<i>Mollinedia clavigera</i>	•			
MORACEAE	<i>Morus nigra</i> L.**	•	•		<i>Morus</i>	•	•	•	
MYRTACEAE	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Mart. ex O. Berg	•	•		<i>Myrcia</i>	•	•	•	
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	•	•		<i>Eugenia</i>	•	•	•	
OLEACEAE	<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green	•	•						
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton			•					
PROTEACEAE					<i>Roupala brasiliensis</i>			•	
RHAMNACEAE	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek			•					
ROSACEAE	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	•	•		<i>Prunus</i>	•	•	•	
RUTACEAE					<i>Zanthoxylum</i>			•	
SALICACEAE	<i>Casearia decandra</i> Jacq.				<i>Casearia decandra</i>			•	
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	•	•		<i>Casearia sylvestris</i>	•	•	•	
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	•	•		<i>Xylosma</i>	•	•		
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	•	•		<i>Allophylus</i>	•	•	•	
					<i>Cupania vernalis</i>	•	•		
					<i>Matayba elaeagnoides</i>	•		•	
SIMAROUBACEAE					<i>Picramnia</i>			•	
SOLANACEAE	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	•	•		<i>Solanum</i>	•	•	•	
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers			•					
		<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>22</b>	<b>20</b>		
						<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>21</b>

\* Tipo Polínico anemófilo.

\*\* Espécie exótica invasora.

É necessário lembrar que os tipos polínicos podem abranger diversas espécies e até mesmo famílias distintas (BARTH, 1989), no entanto, uma identificação criteriosa, como a efetuada aqui, pode reduzir bastante esse tipo de interferência.

O tipo polínico *Myrcia*, por exemplo, pode englobar vários gêneros da família Myrtaceae, como *Campomanesia*, *Eugenia*, *Myrciaria* e *Psidium*, além de *Myrcia*, é claro (BARTH, 1989; BARTH e BARBOSA, 1972).

O índice de Jaccard (Cj) foi calculado para verificar a similaridade entre os táxons dos recursos florais (néctar e pólen) utilizados pelas quatro espécies de abelhas e as espécies arbóreas em flor ou botão, de acordo também com o mês de amostragem (Tabela 3).

Tabela 3. Similaridade entre as espécies arbóreas em flor ou botão e os tipos polínicos, que podem abranger espécies arbóreas, observados nos meses de julho (JUL), agosto (AGO) e setembro (SET) no remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil), de acordo com o Índice de Jaccard (Cj). M- observado na melissopalínologia; F- observado no levantamento florístico; MF- observado tanto na melissopalínologia como no levantamento florístico.

Nível taxonômico do Tipo Polínico	Mês								
	JUL			AGO			SET		
	M	MF	F	M	MF	F	M	MF	F
Família	2	0	-	3	1	-	1	1	-
Gênero	11	1	-	14	11	-	17	10	-
Espécie	4	0	3	2	1	22	3	2	19
<b>Total</b>	17	1	3	19	13	22	21	13	19
<b>Cj (%)</b>	4,76			24,07			24,53		

NOTA: Para o cálculo do Índice de Jaccard não houve discriminação entre os níveis taxonômicos dos Tipos Polínicos e também não foi incluída a espécie e o Tipo Polínico *Araucaria angustifolia*, por ter dispersão polínica anemófila.

No mês de julho praticamente não houve similaridade entre os táxons, pois somente cerca de 5% coincidiram. Já nos meses de agosto e setembro a similaridade foi de aproximadamente 24%. Dentre os táxons identificados nas amostras polínicas 12 (41,4%) não coincidiram com as observações de floração, esta diferença pode ser devida a diversos fatores, que serão discutidos mais adiante.

## DISCUSSÃO

### Tipos polínicos e abelhas

Os resultados apresentados revelaram uma grande variedade de recursos poliníferos e nectaríferos utilizados pelas quatro espécies de abelhas nos arredores do Jardim Botânico de Curitiba. Por sua vez, as quatro espécies de abelhas estudadas se revelaram bastante generalistas quanto às suas fontes alimentares, fato já detectado por outros estudos (RAMALHO, KLEINERT-GIOVANNINI e IMPERATRIZ-FONSECA, 1989; PIRANI e CORTOPASSI-LAURINO, 1993; RODRIGUES, 2008; ROCHA, 2012). Com relação a isso, Barth (1989, 2004), ao analisar a composição polínica dos méis brasileiros, descreve que os de Meliponina geralmente são heteroflorais, ou seja, essas abelhas coletam néctar em uma série de plantas no mesmo período. A quantidade de pólen produzido, em relação ao néctar, varia nas diferentes espécies de plantas, bem como a quantidade de pólen no néctar também é alterada conforme as diferenças anatômicas das plantas e das abelhas, ocasionando muitas vezes super ou sub-representação dos tipos polínicos nas amostras (COBERT e WILLMER, 1980; MOLAN, 1998; FERREIRA, ROSA e BLOCHTEIN, 2009, p. 71).

Ao se consultar as Tabelas 1 e 2 fica evidente que as famílias Arecaceae (*Euterpe/Syagrus*), Fabaceae (*Crotalaria* e *Mimosa spp.*), Myrtaceae (*Eugenia* e *Myrcia*), Melastomataceae, Piperaceae (*Piper*) Salicaceae (*Casearia decandra* e *C. sylvestris*), Sapindaceae (*Allophylus*) e Solanaceae (*Solanum*) configuram importantes fontes alimentares para as espécies de abelhas vislumbradas neste estudo, pois contribuíram com substancial presença de pólen e/ou néctar nas amostras coletadas, por vezes em mais de um mês consecutivo.

Merece destaque o tipo polínico *Solanum*, que esteve presente em todas as amostras de mel, inclusive como pólen dominante (Mm, Mq) e acessório (Pe), nos três meses de coleta. Este é um dado intrigante, pois o tipo *Solanum* foi pouco frequente nas amostras de pólen estocado, exceto pelo mês de setembro, e este gênero de planta não apresenta nectários florais (BEZERRA e MACHADO, 2003; SILVA *et al.*, 2009). Entretanto, Pirani e Cortopassi-Laurino (1993, p. 27) expuseram em uma tabela que *Solanum sp.* é uma importante fonte de pólen e de néctar para Mm e Mq, nos jardins do IBUSP (Instituto de Botânica da Universidade de São

Paulo). Estes autores ainda afirmam que as *Melipona spp.* têm facilidade de acesso ao pólen de anteras poricidas como as de *Solanum* e *Tibouchina*, pois conseguem realizar a vibração das anteras dessas flores, liberando os grãos de pólen. O tipo polínico *Solanum* pode se assemelhar morfológicamente com o pólen de outras espécies de Solanaceae, estas sim poderiam ser nectaríferas, como o gênero *Capsicum*, por exemplo, formado principalmente por espécies arbustivas. Além disso, pode ocorrer a “contaminação” do mel no interior da colmeia, devido à movimentação das abelhas entre os potes de alimento.

Costa e Martins (2006) discutiram a preferência floral de Mq e constataram que Myrtaceae e Solanaceae foram importantes fontes alimentares para essa abelha. Ramalho, Kleinert-Giovannini e Imperatriz-Fonseca (1989) e Miranda, Luz e Campos (2009) também apontaram as famílias Myrtaceae, Solanaceae e Melastomataceae, além de Leguminosae (atualmente Fabaceae) como preferências florais de três espécies de *Melipona*. Luz *et al* (2011) e Serra, Luz e Campos (2012) apontaram Myrtaceae (principalmente *Eucalyptus*) e Melastomataceae (principalmente *Tibouchina*) como fontes poliníferas principais para a abelha em extinção *Melipona capixaba* de meliponários localizados em uma reserva florestal com ampla área de cultivo de *Eucalyptus*, enquanto que *Tibouchina* e Solanaceae foram os principais tipos polínicos observados nos estoques dos meliponários localizados em mata nativa preservada.

As amostras de mel e de pólen estocado do Jardim Botânico de Curitiba também sugerem que os tipos Melastomataceae, *Mimosa spp.*, Myrtaceae (*Myrcia* e *Eugenia*) e *Solanum* são importantes constituintes dos espectros polínicos de Mm e Mq durante os meses de julho, agosto e setembro, e ainda podem-se acrescentar *Allophylus* e *Casearia sylvestris*.

Nas amostras de Sb tiveram boa representatividade os tipos polínicos *Allophylus*, *Casearia decandra*, *C. sylvestris*, Melastomataceae e *Mimosa spp.*

Quanto ao tipo polínico *Mimosa scabrella*, é necessário esclarecer que apesar de alguns autores (VIT *et al.*, 2013) indicarem que esta espécie não é produtora de néctar, somente de pólen, um estudo efetuado por Pegoraro e Carpanezzi (1995), na região sul do país, constatou alta produção melífera oriunda dessa espécie florestal.

É interessante notar que Pe teve a maior riqueza de tipos polínicos no mel (S=32-34) dentre as espécies de abelhas, durante os três meses em análise.

Entretanto, revelou a menor riqueza no pólen estocado em julho (S=6). Isto provavelmente se deve à mínima atividade das colônias durante o inverno e à diapausa da rainha (PICK e BLOCHTEIN, 2002).

Nesta espécie o tipo *Euterpe/Syagrus* se alternou, entre os meses de julho e agosto, como principal fonte alimentar, respectivamente com o fornecimento de néctar e pólen. Também são destaque em Pe os tipos *Casearia sylvestris*, *Crotalaria*, *Eugenia*, Melastomataceae, *Mollinedia clavigera*, *Morus* e *Piper*.

Com respeito ao pólen estocado pelas abelhas, a manutenção das relações de similaridade do espectro polínico e a alta porcentagem de alguns tipos polínicos nos meses avaliados (Figura 3 e Tabela 2) parecem sugerir uma maior fidelidade das abelhas às fontes de pólen, uma vez que dele depende todo o desenvolvimento larval.

No que diz respeito aos grãos de pólen anemófilos presentes no mel, estes podem ser consequência de “contaminação”, durante o processo de extração do mel, jamais indicando a presença de néctar, mas podem, dependendo do local de coleta, indicar a região geográfica. Entretanto, raramente ultrapassam a classe de pólen isolado (BARTH, 1989). Esse fato foi corroborado nas análises, já que os percentuais desses foram baixos.

No caso dos meliponíneos, que frequentemente adentram os potes de alimento durante sua construção e durante a deposição do próprio alimento, a contaminação do mel pelos tipos poliníferos pode se dar também dentro da colmeia (observação de campo). Com relação aos pólenes anemófilos observados nas amostras do Jardim Botânico, apenas o tipo *Araucaria angustifolia* tem alguma relevância, pois confirma a presença da espécie arbórea típica da região. Os demais tipos são de famílias e espécies cosmopolitas ou exóticas introduzidas.

### **Tipos polínicos e o remanescente florestal**

Os números expressos pelo Índice de Jaccard revelam que houve baixa similaridade entre as espécies de árvores floridas e os tipos polínicos presentes nas amostras das abelhas, nos meses estudados. Entretanto, 41,4% dos tipos polínicos foram de táxons não observados em flor durante as campanhas de campo. Isto pode ser devido a “contaminações” das amostras com pólenes de outros períodos, durante sua coleta, ou mesmo dentro da colmeia, pelas próprias abelhas ao utilizarem o

alimento estocado. No primeiro caso a probabilidade é pequena, pois houve bastante cautela durante os processos de coleta de material; já no segundo, não existem registros de avaliação sistemática sobre isso, contudo acredita-se que possa ocorrer, pois é comum, nos Meliponina, a utilização dos mesmos potes de alimento para estocagem em períodos diferentes (observação pessoal), ou o reaproveitamento do material de construção de um local para outro na colmeia, quando necessário. No caso dos táxons identificados apenas em nível de família botânica é possível que sejam pertencentes a espécies com hábitos não arbóreos. Essas hipóteses podem ocorrer, principalmente esta última, em detrimento das demais.

Mas além dessas probabilidades está a de que as abelhas coletaram recursos tróficos em espécies não observadas em floração, o que seria um fator positivo em uma avaliação da flora local por meios indiretos, como é o caso da classificação melissopalínológicas dos méis, que indicam a origem botânica e geográfica dos mesmos (BARTH, 1989).

Diversos são os fatores que influenciam o comportamento de forrageamento dos meliponíneos, desde fatores intrínsecos à espécie de abelha, como o tamanho e a quantidade de indivíduos da colônia, até fatores ambientais, fenológicos e morfológicos das plantas visitadas (RAMALHO, GIOVANNINI e IMPERATRIZ-FONSECA, 1989; ROUBIK, 1989; PIRANI e CORTOPASSI-LAURINO, 1993; RODRIGUES, 2008; ROCHA, 2012), o que possibilita o convívio das espécies em uma mesma área.

## CONCLUSÃO

Conforme os resultados apresentados é possível perceber que houve sobreposição de nicho alimentar entre as espécies de meliponíneos nos meses avaliados. No mês de **julho** foi possível verificar que a repartição de recursos (plantas) fornecedores de pólen é grande, sendo um mês crítico em floradas, pois se trata do período de inverno, onde as temperaturas são baixas e a atividade das abelhas é bastante reduzida (ver Capítulo 2).

Em **agosto**, percebe-se que a situação se inverte, em relação a julho, pois os recursos nectaríferos são compartilhados em cerca de 90% pelas quatro espécies e os fornecedores de pólen apenas em 50%. Neste mês os tipos *Mimosa spp.*, *Eugenia*, *Melastomataceae* e *Allophylus* se destacaram como fornecedores de recursos tróficos.

No mês de **setembro** a similaridade foi alta entre Mq e Sb, no que se refere ao pólen encontrado no mel, reflexo da grande quantidade de pólen de *Casearia sylvestris*. Este tipo polínico também ocupou grande parte do espectro polínico de Pe. Em se tratando do pólen estocado, houve boa similaridade entre Mm e Mq, devido às quantidades dos tipos polínicos *Myrcia* e *Solanum*.

A afirmativa de Kerr (1997), relatada na introdução deste trabalho, sobre a porcentagem da flora nativa polinizada por meliponíneos, não pôde ser comprovada no presente estudo, principalmente pelo período restrito de análise, fora das estações de maior florescimento das espécies (primavera e verão), e também por abranger apenas espécies arbóreas. O experimento foi realizado com apenas quatro espécies de Meliponina, mas a guilda de espécies desse táxon de Hymenoptera pode variar de acordo com o ambiente e a localidade (ver Capítulo 3), o que certamente influenciaria na diversidade de tipos polínicos coletados pelas abelhas.

Além disso, a flora alóctone está presente em grande quantidade e diversidade no Jardim Botânico de Curitiba e seus arredores, o que provavelmente ampliou a gama de espécies utilizadas pelas abelhas e pode ter influenciado a captação de recursos tróficos, favorecendo o uso de espécies de plantas exóticas em detrimento das nativas.

Mas se considerados os percentuais obtidos pela similaridade de Jaccard e o percentual dos táxons botânicos que ocorreram apenas nas amostras melissopalínológicas, pode se concluir que durante os meses de agosto e setembro

as quatro espécies de abelhas estudadas podem ser potenciais polinizadoras de pelo menos 25% das espécies arbóreas em floração no remanescente de Floresta Ombrófila Mista estudado, e acima de 5% em julho.

## **CAPÍTULO 2: Ocupação de nichos climáticos e temporal por campeiras de quatro espécies de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil.**

### **INTRODUÇÃO**

A atividade de voo em espécies de Meliponina já foi abordada por diversos autores (TEIXEIRA e CAMPOS, 2005; HILÁRIO, IMPERATRIZ-FONSECA e KLEINERT, 2000, 2001; PICK e BLOCHTEIN, 2002; PIERROT e SCHLINDWEIN, 2003; BORGES e BLOCHTEIN, 2005; HILÁRIO, RIBEIRO, IMPERATRIZ-FONSECA, 2007a, 2007b), que apontam fatores climáticos como os principais responsáveis pela atividade externa das colônias, principalmente temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar. Hilário, Imperatriz-Fonseca e Kleinert (2000), inclusive, forneceram uma tabela onde relacionam a atividade de voo de 11 táxons de Meliponina com variáveis climáticas. No entanto estas variáveis não são as únicas a influenciarem as abelhas.

Hilário, Imperatriz-Fonseca e Kleinert (2000) também abordaram a influência do estado da colônia na atividade de voo de *Melipona bicolor bicolor* Lepelerier, 1836, e constataram que a movimentação externa de voo se iniciava mais cedo e se encerrava mais tarde em colônias mais fortes e que o inverso acontecia nas mais fracas.

Teixeira e Campos (2005) verificaram que o início da atividade de voo em Meliponina (Hymenoptera, Apini) varia de acordo com o tamanho da abelha e as condições climáticas. As autoras concluíram que as espécies de abelhas de tamanho corporal maior iniciam suas atividades de voo antes e em temperaturas mais baixas que aquelas de menor tamanho. No entanto, Ramalho, Imperatriz-Fonseca e Giannini (1998) perceberam que em colônias mais fracas de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lapeletier 1836 as abelhas têm tamanho corporal menor, e que apresentam maior capacidade de carga polínica, como uma forma de compensação para superar dificuldades no provisionamento da colmeia.

Além destes, Pick e Blochtein (2002) apontaram a diapausa e a quiescência, principalmente em regiões de clima mais frio, onde pode haver, respectivamente, a preparação hormonal e fisiológica para épocas de condições climáticas desfavoráveis, ou uma resposta imediata a condições adversas.

Com o intuito de ampliar os conhecimentos sobre as espécies de abelhas nativas da floresta com araucária na região de Curitiba, este trabalho verificou a variação na atividade de voo de quatro espécies de meliponíneos ao longo do dia, do ano e em resposta a condicionantes climáticas. Além disso, foi testada a hipótese de que a ocupação desses nichos (climáticos e temporal) se dá de maneira diferenciada entre as espécies analisadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O experimento foi instalado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) situado dentro dos limites do Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (25°26'33''S e 49°14'12''W), Curitiba, Paraná, Brasil.

### Instalação das colmeias e contagem dos indivíduos

Para a realização deste experimento foram utilizadas 16 colmeias de Meliponina, sendo quatro de *Melipona marginata* Lepeletier, 1836, quatro de *Melipona quadrifasciata* (Lepeletier, 1836), quatro de *Plebeia emerina* (Friese, 1900) e quatro de *Scaptotrigona bipunctata* (Lepeletier, 1836). Para padronizar, todas as colmeias foram instaladas em suportes de 1 m de altura no interior do fragmento florestal estudado, a aproximadamente 10 m da borda do mesmo. Estas colmeias foram divididas em quatro grupos separados cerca de 200 m um do outro e as colmeias também separadas cerca de 5 m umas das outras dentro do grupo. Antes de levar as colmeias até os locais definidos como grupos, as mesmas foram enumeradas e realizou-se um sorteio para se definir quais as colmeias que comporiam cada grupo, sendo que cada grupo deveria abranger as quatro espécies estudadas.

As observações foram realizadas entre 8:30 h e 17:30 h, atendendo ao itinerário do parque municipal onde as colmeias foram instaladas, considerando-se o acréscimo de 1 h no horário de verão.

A coleta de dados foi realizada a cada duas semanas, e se deu em três períodos do dia, 8:30h-11:30h, 11:30h-14:30h e 14:30h-17:30h, entre fevereiro de 2011 e março de 2012. Em cada período, de acordo com o sorteio que foi realizado para cada grupo e para cada espécie de abelha, as entradas das colmeias foram observadas por 2 min. e as abelhas que entravam e saíam foram contadas com o auxílio de um contador manual. No caso de haver uma movimentação muito intensa, as observações eram feitas por 2 min., contando-se as abelhas que saíam da

colmeia e por mais 2 min. contando-se as abelhas que entravam, somando-se então esses números.

Dessa forma, cada colmeia de cada grupo era avaliada 3 vezes no dia, em cada período de observação, e na ordem indicada pelo sorteio efetuado antes do início do experimento, ou seja, cada espécie foi avaliada 12 vezes em um dia de observação.

Após cada contagem de um grupo efetuava-se, sempre no mesmo ponto entre as colmeias, a medição da luminosidade (com luxímetro), temperatura, umidade do ar (com psicrômetro) e avaliação visual da nebulosidade.

Ao todo foram realizadas 25 campanhas de observação, mas devido a incidentes ocorridos com algumas colmeias, no início dos trabalhos, as colmeias de *M. quadrifasciata* foram monitoradas apenas em 21 campanhas.

### **Análise dos dados**

A movimentação das diferentes espécies de abelhas foi avaliada em relação à temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade absoluta no interior da floresta, nebulosidade atmosférica, meses do ano e horas do dia.

Para tanto, foram feitas análises comparativas entre as quatro colmeias de cada espécie de abelha (análise intraespecífica), em um delineamento em blocos casualizados, e posteriormente comparando-se as quatro espécies de abelhas (análise interespecífica), na forma de um delineamento fatorial.

Para isso foram utilizados os dados médios das observações de cada colmeia para cada classe da variável analisada, ou seja, para cada temperatura (9°C a 28°C), classe de umidade relativa (31-40%; 41-50%; 51-60%; 61-70%; 71-80%; 81-90%; 91-100%), classe de luminosidade (1-250 lux; 251-500 lux; 501-750 lux; 751-1000 lux; 1001-1250 lux), classe de cobertura de nuvens (0-20%; 21-40%; 41-60%; 61-80%; 81-100%), meses do ano (janeiro a dezembro) e horas do dia (8:30 h às 17:30 h). Quando necessário os dados foram padronizados e transformados para se adequarem aos critérios da análise de Bartlett (homogeneidade de variâncias) e após essa adequação procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (comparação de médias). Essas análises foram feitas utilizando-se o *software* gratuito de assistência estatística ASSISTAT Versão 7.6 beta (pt) (SILVA, 2013). Concluídos estes procedimentos, foi feita uma regressão na análise de variância,

ainda com o ASSISTAT, para se verificar que tipo de equação melhor se ajusta aos dados médios obtidos para cada espécie de abelha, em cada uma das variáveis analisadas. Os resultados foram plotados em gráficos, com o auxílio do programa SigmaPlot Version 10.0 (Systat Software Inc.).

## RESULTADOS

No que se refere à **temperatura** (Figura 5), Mm, Pe e Sb, de maneira geral, aumentaram as atividades até cerca de 22°C, com uma leve estabilização até próximo de 26°C, quanto houve mais uma elevação da movimentação externa até 28°C, limite superior das observações. Somente *Melipona quadrifasciata* (Mq) não demonstrou uma correlação positiva em relação ao aumento da temperatura, apresentando maior movimentação entre 16°C e 19°C, e entre 24°C e 25°C. Pôde ser percebida uma diferença no início da atividade externa entre as espécies de meliponíneos, sendo que Pe iniciou os voos cerca de um grau Celsius a mais que as espécies de tamanho médio, Mm e Sb, que por sua vez também iniciaram as atividades externas em temperatura de um a dois graus acima daquelas observadas para Mq a maior das abelhas aqui estudadas. Houve diferenças significativas intraespecíficas para as colônias de *Melipona marginata* (Mm) ( $F_{3,57}=6,60$ ;  $p<0,01$ ) e *Plebeia emerina* (Pe) ( $F_{3,57}=3,73$ ;  $p<0,05$ ). A análise interespecífica revelou que apenas *Scaptotrigona bipunctata* diferiu significativamente das demais espécies ( $F_{3,57}=11,18$ ;  $p<0,01$ ).

Quanto à **umidade relativa** (Figura 5), Mm foi a única espécie que apresentou diferenças entre as colônias ( $F_{3,18}=7,74$ ;  $p<0,01$ ), sendo que novamente Mm e Mq não apresentaram diferenças entre si, ao contrário de Pe e Sb ( $F_{3,81}=247,37$ ;  $p<0,01$ ). Mm ( $r^2=0,35$ ;  $F_{1,18}=27,17$ ;  $p<0,01$ ), Pe ( $r^2=0,74$ ;  $F_{1,18}=87,48$ ;  $p<0,01$ ) e Sb ( $r^2=0,62$ ;  $F_{1,18}=11,54$ ;  $p<0,01$ ) diminuíram sua atividade externa de maneira inversa ao aumento da umidade relativa do ar. Já Mq ( $r^2=0,35$ ;  $F_{1,18}=6,19$ ;  $p<0,02$ ), em média, aumentou sua atividade até a classe entre de 70% e 80% de umidade relativa, diminuindo novamente a movimentação na classe entre 90% e 100%, no entanto, sem cessá-la, a não ser em caso de precipitação pluviométrica.

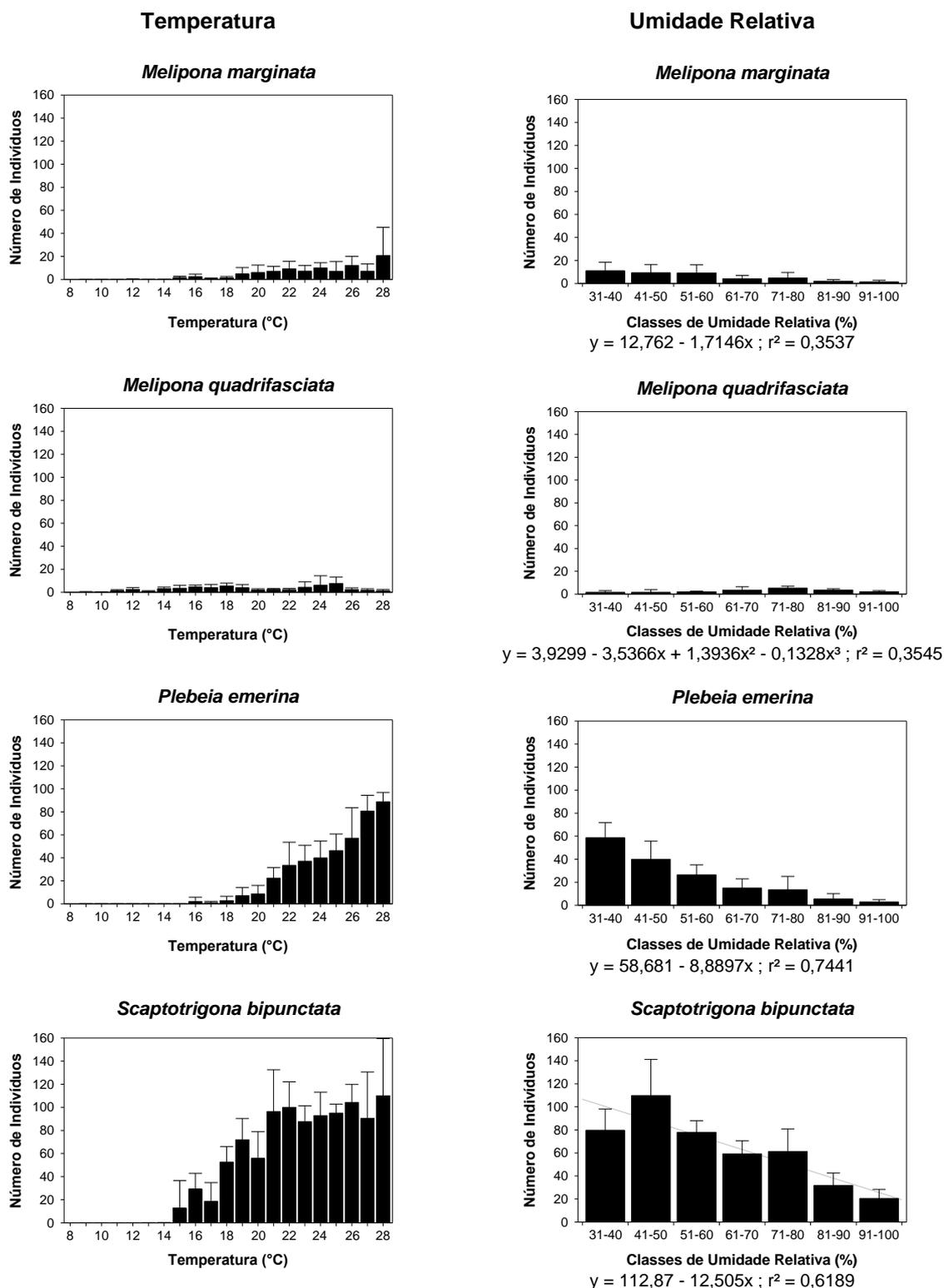


Figura 5. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina em função da Temperatura (°C) e da Umidade Relativa do Ar (%), no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie.

No tocante à **luminosidade** incidente (Figura 6), a diferença intraespecífica na movimentação das colmeias mais uma vez foi significativa somente para Mm ( $F_{3,12}=4,60$ ;  $p<0,02$ ), enquanto que a análise entre as quatro espécies demonstrou diferenças na atividade somente entre as colônias de Pe e Sb ( $F_{3,57}=110,05$ ;  $p<0,01$ ). As atividades externas de Mm, Mq e Pe parecem não evidenciar uma relação com a luminosidade incidente, pois praticamente não houve diferenças na movimentação externa dessas abelhas nos intervalos de luminosidade observados. Entretanto é preciso ressaltar a correlação positiva da atividade de Sb com o aumento da luminosidade ( $r^2=0,46$ ;  $F_{1,12}=20,27$ ;  $p<0,01$ ).

Quando se avalia a **nebulosidade** atmosférica (Figura 6) sobre a atividade das abelhas, Mm ( $r^2=0,32$ ;  $F_{1,12}=38,93$ ;  $p<0,01$ ), Pe ( $r^2=0,45$ ;  $F_{1,12}=20,43$ ;  $p<0,01$ ) e Sb ( $r^2=0,51$ ;  $F_{1,12}=6,19$ ;  $p<0,03$ ) demonstraram uma correlação negativa com o aumento deste fator, ou seja, quanto maior a nebulosidade, menor a movimentação na entrada das colônias. Mas se observa que Mq aumentou suas atividades externas entre 40% e 80% de cobertura de nuvens. A diferença intraespecífica foi significativa em Mm ( $F_{3,12}=10,45$ ;  $p<0,01$ ) e Mq ( $F_{3,12}=4,51$ ;  $p<0,02$ ). Novamente a movimentação externa de Pe e Sb diferiram entre si e das outras espécies ( $F_{3,57}=274,81$ ;  $p<0,01$ ).

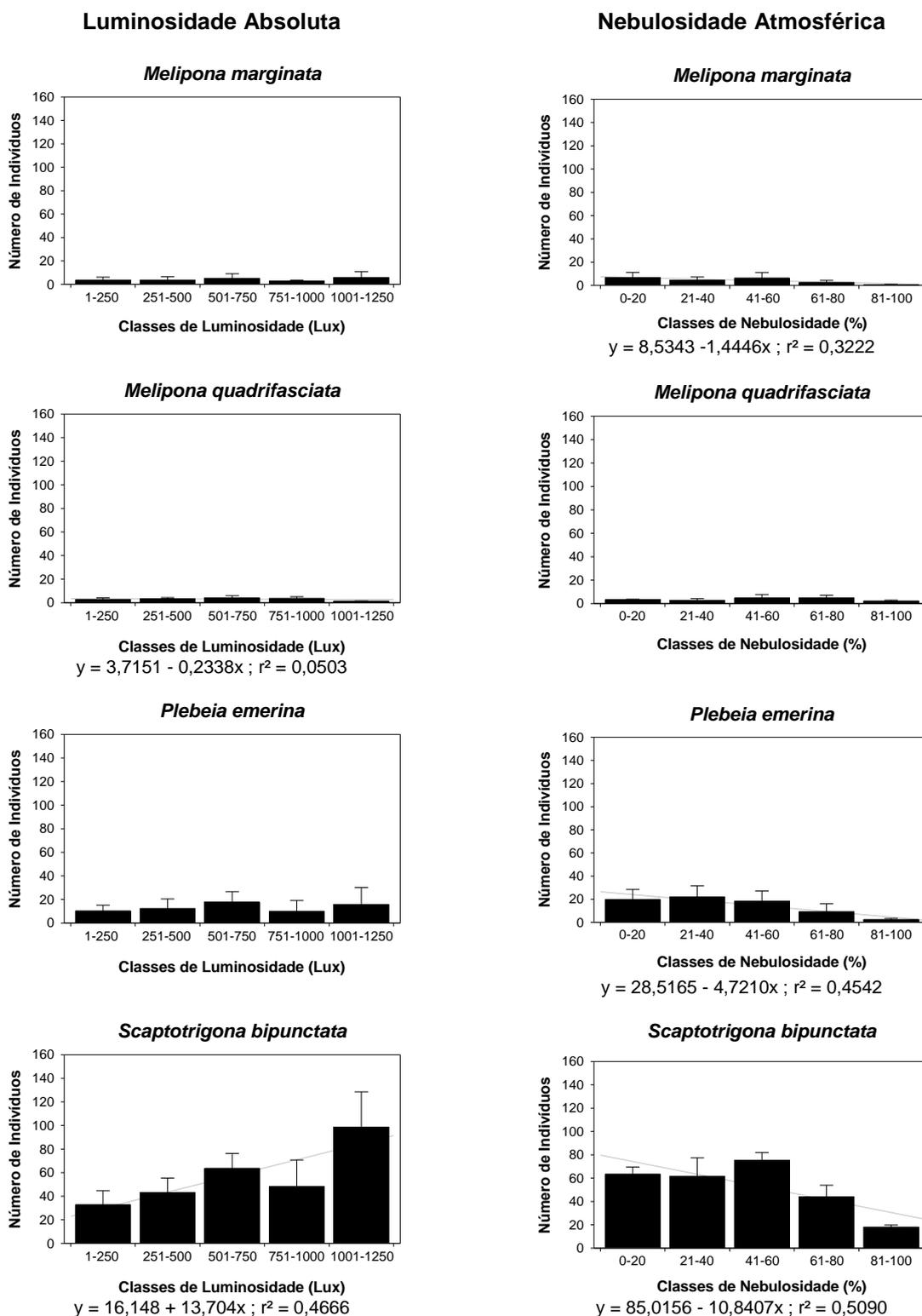


Figura 6. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina em função da Luminosidade Incidente (Lux), no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, e da Nebulosidade Atmosférica (%), Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie.

Todas as espécies apresentaram padrão de atividade semelhante ao **longo do ano** (Figura 7), diminuindo as atividades nos meses mais frios, variando de março a agosto para Pe ( $r^2=0,49$ ;  $F_{1,33}=346,11$ ;  $p<0,01$ ) e de maio a agosto para Mm ( $r^2=0,39$ ;  $F_{1,33}<0,01$ ;  $p<0,01$ ), Mq ( $r^2=0,48$ ;  $F_{1,33}=43,48$ ;  $p<0,01$ ) e Sb ( $r^2=0,66$ ;  $F_{1,33}=12,91$ ;  $p<0,01$ ). Quando comparadas entre si, apenas Sb diferiu significativamente das demais espécies ( $F_{3,33}=27,14$ ;  $p<0,01$ ). Mm foi única espécie que demonstrou diferenças entre suas colônias ( $F_{3,33}=5,80$ ;  $p<0,01$ ).

Já com relação às **horas do dia** (Figura 7), Mq se revelou ser mais ativa durante a manhã, principalmente nos primeiros horários avaliados, das 8:30 h às 11:30 h, decaindo sua movimentação externa ao longo do dia ( $r^2=0,33$ ;  $F_{1,24}=15,58$ ;  $p<0,01$ ). Pe demonstrou atividade crescente desde a manhã até o início da tarde, e um decréscimo no final do dia ( $r^2=0,33$ ;  $F_{1,24}=5,33$ ;  $p<0,03$ ), assim como Sb ( $r^2=0,33$ ;  $F_{1,24}=13,43$ ;  $p<0,01$ ). Mm não teve picos significativos de atividade externa, sendo os maiores registros próximos às 11h e às 13 h. Houve diferenças significativas intraespecíficas entre as colmeias de Mm ( $F_{3,24}=8,47$ ;  $p<0,01$ ) e de Pe ( $F_{3,24}=3,75$ ;  $p<0,02$ ). Quando comparadas as quatro espécies, somente Mm e Mq não diferiram significativamente ( $F_{3,105}=164,63$ ;  $p<0,01$ ).

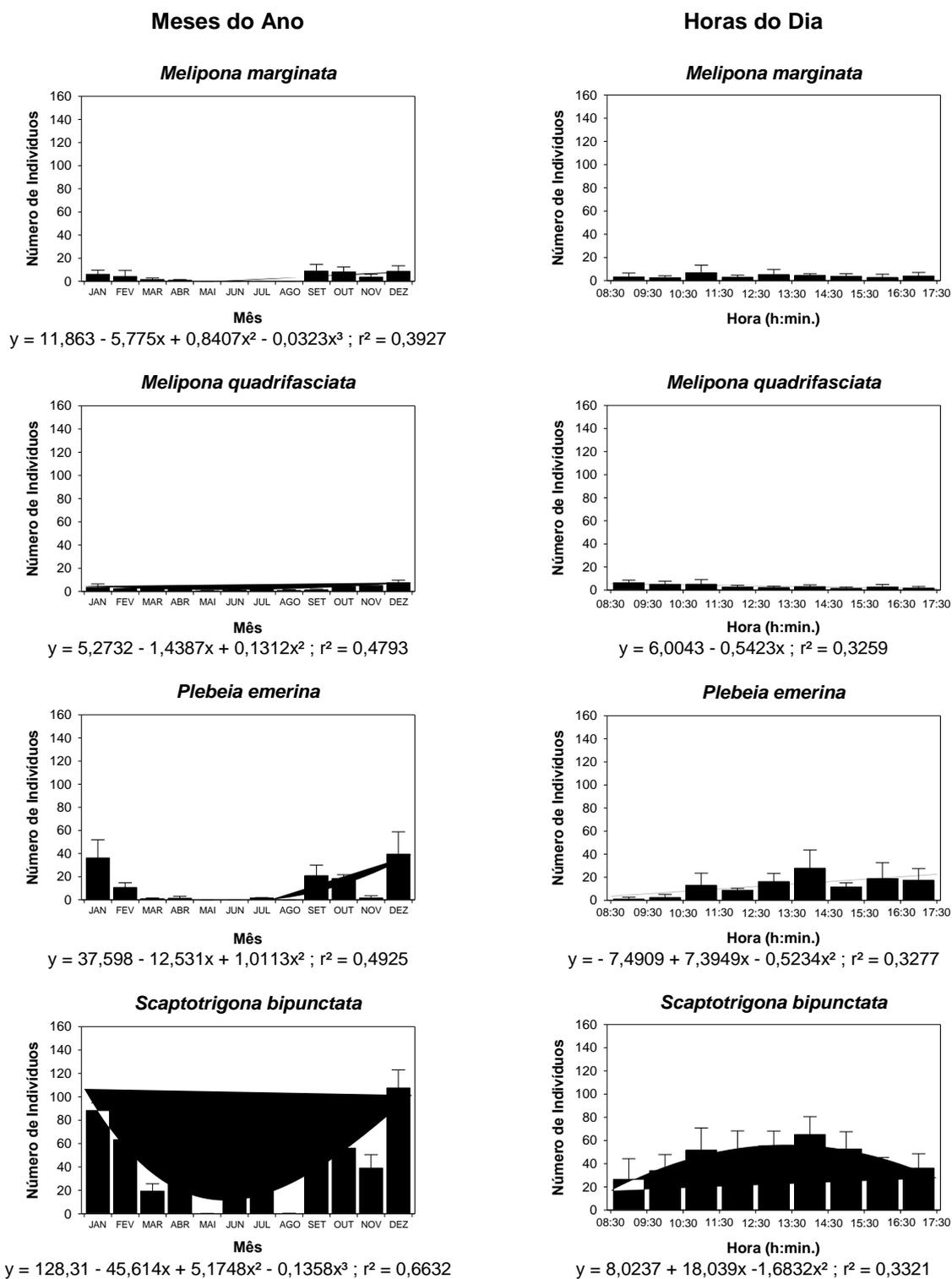


Figura 7. Fluxo de abelhas (por minuto) na entrada das colmeias de quatro espécies de Meliponina no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista em função dos Meses do Ano e Horas do Dia, Curitiba (Paraná, Brasil). Dados referentes à movimentação média na entrada de quatro colônias de cada espécie.

Os picos de atividade observados à entrada das colmeias às vezes estiveram fora da tendência demonstrada pelos gráficos (Tabela 4), o que parece revelar respostas a fatores outros daqueles analisados aqui.

Tabela 4. Picos de atividade de voo (três maiores valores de entrada+saída de abelhas à entrada da colmeia) registrados para quatro espécies de Meliponina analisadas no interior de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, Curitiba (Paraná, Brasil). n- Número de Indivíduos, T- Temperatura, UR- Umidade Relativa, Luz- Luminosidade Incidente, Nuvens- Nebulosidade Atmosférica (1- céu aberto; 5- totalmente encoberto), Hora- horário em que se deu a contagem das abelhas, Mês- em que se deu a contagem das abelhas.

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>T (°C)</b>	<b>UR (%)</b>	<b>Luz (lux)</b>	<b>Nuvens (%)</b>	<b>Hora</b>	<b>Mês</b>
<i>Melipona marginata</i>	47	19,1	61,3	1850	1	10h44min	Setembro
	45	20,4	72,9	150	1	17h:19min	Setembro
	44	21,9	59,8	600	1	09h:30min	Outubro
<i>Melipona quadrifasciata</i>	45	23,9	62,6	130	3	16h13min	Janeiro
	28	19,4	77,1	120	1	09h:01min	Dezembro
	21	18,2	90,4	750	3	11h:06min	Dezembro
<i>Plebeia emerina</i>	103	26,8	42,7	260	1	15h47min	Janeiro
	100	21,1	91,4	370	3	10h:54min	Janeiro
	97	27,5	35,8	350	2	14h:24min	Dezembro
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	218	21,0	64,7	1200	1	12h30min	Setembro
	194	15,6	89,3	1200	2	09h:59min	Setembro
	189	19,8	87,3	530	5	14h:28min	Dezembro

## DISCUSSÃO

Os resultados, da avaliação sobre a movimentação às entradas das colônias, demonstraram que as espécies têm respostas diferentes aos vários fatores climáticos e temporais a que estão sujeitas na natureza. Às vezes duas ou mais espécies apresentam a mesma tendência de resposta a determinado fator, mas diferem em outro.

No tocante à temperatura do ar, a diferença no início das atividades externas entre as espécies de abelhas com diferentes tamanhos corporais, detectada neste estudo, corrobora para o que também foi observada por Teixeira e Campos (2005), em nove espécies de Meliponina, onde as autoras verificaram que as espécies maiores iniciam suas atividades em temperaturas mais baixas que espécies menores. Roubik (1989, p. 134) apresenta dados compilados sobre a atividade de voo de meliponíneos de pequeno tamanho corporal, relatando que estas espécies têm um retardamento do início da atividade externa da colônia em pelo menos uma hora após o nascer do dia e também em dias nublados, chuvosos ou frios. É interessante notar que para Mq a combinação de temperaturas mais amenas e maior umidade relativa do ar é que oferece condições climáticas mais propícias às atividades externas, assim como observado por Guibu *et al.* (1988)<sup>2</sup>, *apud* Souza, Carvalho e Alves (2006).

Como se sabe, genericamente, os valores de temperatura e umidade relativa do ar possuem uma relação de proporcionalidade inversa no decorrer do dia, ocorrendo a diminuição da umidade relativa e o aumento da temperatura, do início da manhã até aproximadamente o meio da tarde, e o oposto ocorrendo até à noite (VAREJÃO-SILVA, 2006; SOUZA, CARVALHO e ALVES, 2006; FREITAS *et al.*, 2007; BIBIANO e GALVANI, 2012). Ainda assim, a umidade relativa do ar teve melhor relação com a atividade de voo das abelhas, quando comparados com a temperatura (Figura 5).

De maneira geral houve uma tendência de aumento gradual da atividade externa das abelhas até as horas mais quentes do dia, entre 10h:30min e 15h:30min, quando a umidade relativa era menor, exceto para Mq que apresentou

---

<sup>2</sup> GUIBU, L.S.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Exploração dos recursos florais por colônias de *Melipona quadrifasciata* (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia, v. 48, p. 299-305, 1988.

tendência diferente das demais espécies, mas ainda com boa relação com a umidade. Estas observações contrastam, em parte, com aquelas realizadas por Fowler (1979), que verificou que os parâmetros climáticos foram altamente correlacionados à atividade de forrageamento de *Tetragonisca fiebrigi* (Schwartz) – citada pelo autor como *Trigona angulata fiebrigi* Schwartz –, sendo a temperatura mais fortemente correlacionada que a umidade relativa. Estas duas variáveis, somadas à hora do dia, foram as que melhor explicaram a intensidade de forrageamento de *T. fiebrigi*, no entanto os meses do ano demonstraram efeito insignificante sobre essa variável.

Alguns picos de movimentação observados em algumas colônias instaladas no Jardim Botânico de Curitiba, em dias e horários específicos, não foram considerados como eventos normais de atividade, mas interpretados como resposta a alguma situação pontual, conforme relatado por Roubik (1989, p.138-139). Este autor descreve que em 12 espécies de meliponíneos, em florestas de terras baixas no Panamá, foram observados picos de forrageamento de cerca de uma hora, o que representou aproximadamente um terço de todos os recursos coletados pelas colônias durante aproximadamente duas semanas. O autor infere que, quando da descoberta ocasional de um recurso extremamente rico, espécies capazes de fazer o recrutamento produzem explosões completamente imprevisíveis na atividade de forrageamento e completa que isso talvez seja um dos fatores que permite a coexistência de diversas espécies de abelhas eussociais em florestas tropicais, apesar da ampla similaridade dos táxons das plantas visitadas.

Um pico de atividade extraordinária também foi detectado por Pierrot e Schlindwein (2003), que verificaram uma atípica coleta de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille em uma região de floresta atlântica fragmentada de Pernambuco (Brasil) e atribuíram o fato à floração em massa de uma espécie arbórea.

Neste sentido, Borges e Blochtein (2005) observaram que a maior intensidade de voo em *Melipona marginata obscurior* Moure, 1971 ocorreu entre 81-90 % de umidade relativa, e o início da atividade se deu em torno de 13,7°C, em São Francisco de Paula-RS, onde a vegetação é um mosaico composto por florestas com araucária, floresta atlântica, campos e áreas agrícolas. Ao verificar os dados de Mm observados no Jardim Botânico de Curitiba, percebe-se que os maiores valores de atividade se deram em situações bastante distintas, em horários que variaram das 10:44h (n=47) às 17:19h (n=45), em temperaturas entre 19,1°C (n=47) e 28,3°C

(n=38) e entre valores de umidade relativa de 33,7% (n=38) a 72,9% (n=45), ou seja, não parece haver uma relação entre as variáveis climáticas e os picos de atividade, embora isso não tenha sido testado especificamente. O mesmo aconteceu com as outras três espécies estudadas (Tabela 4). A teoria apresentada em Roubik (1989), descrita anteriormente, encaixa-se melhor nessa situação.

Begon, Townsend e Harper (2006, p. 46-47), contudo, afirmam que dissociar a temperatura de outras condições climáticas nem sempre é conveniente, pois elas podem estar estreitamente integradas, como é o caso da umidade relativa e da temperatura. Os autores continuam explicando que a umidade relativa aceitável para um organismo a baixas temperaturas pode, entretanto, ser inaceitável em temperaturas elevadas. Citaram ainda que o grupo dos insetos é um dos que conseguem sobreviver bem a baixos níveis de umidade relativa e altas temperaturas, mas ainda assim sua atividade é confinada a habitats (como florestas) ou horas do dia (como no crepúsculo) em que a umidade relativa é mais elevada.

As reações de movimentação das abelhas frente à variação da nebulosidade atmosférica foram bastante similares àquelas para a umidade relativa, mas não se pode dizer, com base nos dados obtidos, que uma variável é equivalente à outra. A relação, contudo, tem certa coerência, visto que a formação de nuvens é favorecida pela saturação do ar com gotículas de água (umidade) e a diminuição da temperatura, além de outros fatores (VAREJÃO-SILVA, 2006).

É evidente a influência da sazonalidade nas atividades externas das colmeias de abelhas instaladas no Jardim Botânico de Curitiba, pois os gráficos apresentados demonstram uma visível diminuição das atividades durante os meses mais frios (Figura 7) e isso também foi observado por Ferreira Junior *et al.* (2010) com a espécie *Melipona bicolor schencki* Gribodo, 1893 em uma área de transição entre florestas com araucária, floresta atlântica e campos de altitude, em São Francisco de Paula-RS. Além das condições climáticas, que exigem maior energia para o aquecimento das colmeias e, conseqüentemente, maior consumo de alimento, ou o consumo do alimento estocado, sem a possibilidade de reabastecimento, a própria produção de recursos alimentares pela flora local também é reduzida (ver Capítulo 1, Tabela 2). É possível que as condições climáticas regionais possam impactar na fisiologia das abelhas e estas, por sua vez, responderem diferentemente nas atividades externas da colônia.

Feiden (1994) detectou esse comportamento relativo ao consumo de alimento, em épocas menos propícias ao desenvolvimento das colônias, quando analisou a relação do peso das colmeias e os meses do ano, constatando que houve um incremento negativo no peso das colmeias, ou seja, as colmeias diminuíram de peso pelo consumo de reservas. Inoue *et al.* (1993) também observou esse declínio nos estoques de alimento durante épocas muito chuvosas ou muito secas. Portanto, o que se percebe é que assim como as espécies vegetais se ajustam fisiologicamente às condicionantes climáticas (RIZZINI, 1997), também as abelhas o fazem, reduzindo, cessando e retomando sua atividade nos momentos mais propícios.

Begon, Townsend e Harper (2006, p. 3) alegam que os organismos não se adaptam simplesmente ao meio, mas que a presença de determinada espécie em um ambiente revela sua história. Um exemplo disso é que durante os invernos subtropicais ocorre a interrupção da produção de cria (postura) em abelhas sem ferrão. Nesse período essas abelhas procuram pouco por pólen e podem iniciar sua atividade externa após o meio dia, ou mesmo não apresentar atividade nenhuma (ROUBIK, 1989; PICK e BLOCHTEIN, 2002). Isso ocorreu com as colônias de *Pe* estudadas e também com as colônias mais fracas de *Mm*, onde realmente houve a interrupção da postura nos meses de inverno. As demais espécies reduziram a postura, no entanto, sem interrupção desta. Além disso, como mencionado anteriormente, as quatro espécies de abelhas estudadas reduziram significativamente as atividades externas durante os meses mais frios.

A nebulosidade atmosférica, por sua vez, influencia diretamente a luminosidade incidente, não necessariamente em proporção inversa, visto que a luminância das nuvens influi na quantidade de luz direta e difusa que chega à superfície (VAREJÃO-SILVA, 2006) ou, neste caso, no interior da floresta. A luminosidade incidente talvez possa influenciar as abelhas quanto ao início e ao fim das atividades externas, respectivamente no amanhecer e no anoitecer, mas, independentemente dessas ocasiões, a luminosidade incidente no interior da floresta parece ser um fator significativo no controle das atividades externas principalmente das colônias de *Sb*, pois a relação positiva com o aumento da luminosidade é evidente para esta espécie (Figura 6). Inoue *et al.* (1993) observou que as abelhas conseguem prever a formação da chuva por meio da diminuição da intensidade luminosa e ressaltou que duração da chuva ao longo do dia indica melhor a

influência da chuva sobre a atividade das abelhas que simplesmente a quantidade de chuva.

Salvo situações específicas já mencionadas, pode-se inferir que as diferenças significativas intraespecíficas na atividade de voo observadas entre as colmeias, considerando-se as variáveis analisadas, refletem seu tamanho populacional, assim como verificado por Hilário, Imperatriz-Fonseca e Kleinert (2000), Pierrot e Schlindwein (2003), Borges e Blochein (2005) e Freitas *et al.* (2007). Dentre as colmeias instaladas no Jardim Botânico de Curitiba, havia colônias bastante fortes, com grande número de favos de cria e campeiras, bem como colônias fracas, onde não só havia poucos favos de cria e pequena quantidade de campeiras, como também os estoques de alimento eram reduzidos.

Quando da instalação das colmeias no local do experimento, constatou-se que *Sb* era a espécie cujas colônias estavam em melhor paridade populacional, pois a quantidade de cria, alimento e campeiras apresentavam um volume visualmente semelhante, embora esses dados não tenham sido quantificados e testados para nenhuma das espécies. Entretanto, essa similaridade populacional entre as colônias de *Sb* pôde ser detectada ao se verificar que não houve diferença significativa intraespecífica em relação a todas às variáveis climáticas analisadas (Figuras 5, 6 e 7).

Em se tratando do tamanho populacional das colônias, Feiden (1994), mesmo tendo feito uma uniformização populacional das colônias de seu experimento, logo detectou que algumas se desenvolveram melhor que as demais, o que pode ser resultado da variabilidade genética das colônias.

Sabe-se que a produção de pólen, néctar, fragrâncias e resinas, pelas plantas, pode variar de acordo com as condições climáticas, contudo, ainda não está claro se os recursos utilizados por espécies de abelhas em particular estão estreitamente ligados ao horário em que as abelhas iniciam o forrageamento, ou se o atraso no início da coleta de recursos está relacionado a restrições fisiológicas no desempenho da orientação e do voo das abelhas (ROUBIK, 1989).

## CONCLUSÃO

As variáveis climáticas influenciaram a atividade de voo das quatro espécies estudada e houve sobreposição na ocupação dos nichos climáticos e temporal pelas espécies, mas a ocupação desses nichos se dá de maneira diferenciada entre elas.

O início das atividades parece ser mais influenciado pela temperatura, enquanto os valores de plena movimentação são mais fortemente relacionados à umidade relativa do ar. Já a luminosidade incidente afetou diretamente as atividades externas de Sb. Todas as abelhas responderam de maneira semelhante à sazonalidade, diminuindo os trabalhos externos nos meses mais frios.

### **CAPÍTULO 3: Distribuição de ninhos de Meliponina (Hymenoptera, Apidae) em um fragmento urbano de Floresta com Araucária, Curitiba, Paraná, Brasil.**

#### **INTRODUÇÃO**

Conforme já levantado por SILVA (2008), os estudos sobre a diversidade de meliponíneos (Meliponina, Hymenoptera, Apidae) em ambientes naturais geralmente se limitam à coleta de amostras de espécimes quando estes estão forrageando, ou seja, procurando alimento, água ou material de construção para seus ninhos (LIOW, 2001; AGUIAR e MARTINS, 2003; SANTOS, CARVALHO e SILVA, 2004). O comportamento social das abelhas e a construção de seus ninhos têm a função primária de proteção e cuidado das crias (ovos, larvas e abelhas jovens), além do estoque de alimento (MICHENER, 1974). Esses insetos podem formar colônias bastante numerosas – 300 a 180.000 indivíduos (SOUZA *et al.*, 1993) – e por isso sua abundância no ambiente não reflete necessariamente a densidade de seus ninhos, uma vez que a quantidade de colônias pode ser baixa mesmo com alta abundância de indivíduos no ambiente (TAURA e LAROCCA, 1991, 2001). Além disso, vários outros fatores podem influenciar os resultados obtidos por esse método, como os aspectos climáticos, os horários de coleta, a época do ano, a retirada de indivíduos das populações locais (principalmente para abelhas solitárias) e a impossibilidade de coleta em árvores altas (SAKAGAMI e FUKUDA, 1973; TAURA e LAROCCA, 2001).

Kerr (1997) atribuiu a polinização de grande parte da flora brasileira às abelhas da subtribo Meliponina. A retirada de apenas uma colônia desses insetos pode causar o declínio de centenas ou milhares de agentes polinizadores no ambiente. Por isso a melhor compreensão da ecologia de nidificação dos Meliponina se torna importante.

Hubbell e Johnson (1977) foram uns dos pioneiros no estudo da distribuição natural de ninhos de Meliponina em ambientes naturais, mas desde então poucas foram as pesquisas destinadas a esse assunto no mundo, sendo a última década a que mais se destacou (INOUE *et al.*, 1993; OLIVEIRA, MORATO e GARCIA, 1995; TAURA e LAROCCA, 1991; BREED *et al.*, 1999; ELTZ *et al.*, 2002; BATISTA, RAMALHO e SOARES, 2003; SAMEJIMA *et al.*, 2004; SOUZA *et al.*, 2005; SLAA, 2006; SILVA, 2008; SERRA *et al.*, 2009; SILVA *et al.* 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2012;

AIDAR *et al.*, 2013). Apesar disso, ainda é uma área do conhecimento que necessita de muitos esclarecimentos, especialmente nos neotrópicos e subtrópicos da América do Sul, tendo em vista a grande riqueza de espécies desses insetos nos diversos ecossistemas. Silveira, Melo e Almeida (2002) se referem a 192 espécies de Meliponina, somente no Brasil, e sugerem que ainda haja outras a serem descritas pelos taxonomistas. O arranjo das populações das diferentes espécies de abelhas é condicionado às peculiaridades de cada ambiente, por isso, a compreensão desses arranjos regionais é imprescindível ao conhecimento ecológico de cada espécie e das comunidades que formam.

No Brasil, o estudo de Taura e Laroca (1991) foi um dos primeiros a abordar esta temática. Estes autores realizaram um censo de ninhos de Meliponina no Passeio Público, parque urbano de Curitiba, onde foram encontrados ninhos de seis espécies de Meliponina. Este e outros estudos demonstram a plasticidade destas espécies à ocupação de áreas antrópicas, como os centros urbanos (SOUZA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2012; AIDAR *et al.*, 2013).

Além do trabalho realizado por Hubbell e Johnson (1977), uma das pesquisas mais completas a respeito da distribuição de ninhos foi elaborada por Eltz *et al.* (2002), que abrangeu florestas com diversos graus e idades de exploração madeireira na Malásia. O estudo verificou a diferença nas densidades dos ninhos de Meliponina naquele ecossistema e também realizou uma análise palinológica dos detritos de uma das espécies de abelhas, para verificar se o grau de alteração da floresta interferiria na dieta das abelhas.

Vários autores atribuem à disponibilidade de substratos para nidificação um dos pontos cruciais para a manutenção e conservação dos meliponíneos. Mais especificamente em áreas naturais, referem-se à disponibilidade de árvores com grandes diâmetros, em geral acima de 50 cm, para que possa haver ocos suficientes para a nidificação desses insetos (HUBBELL e JOHNSON, 1977; ELTZ *et al.*, 2002; SAMEJIMA *et al.*, 2004; SIQUEIRA *et al.*, 2012). Hubbell e Johnson (1977) ainda atribuem a ausência de espécies de abelhas de maior tamanho corporal, verificada por Darchen (1972)<sup>3</sup> em uma área de savana arborizada da África, à falta de grandes árvores.

---

<sup>3</sup> DARCHEN, R. Ecologie de quelques trigones (*Trigona sp.*) de la savane de lamto (Code d'Ivoire). *Apidologie*, v. 3, p.341-367, 1972.

Begon, Townsend e Harper (2006, p. 89) afirmam que para se entender a distribuição e abundância de um organismo é preciso conhecer sua história, os recursos exigidos por ela, as taxas de natalidade, mortalidade e migração, as interações intra e interespecíficas, além dos efeitos das condições ambientais. A obtenção de todas essas informações é praticamente impossível, principalmente quando se trata de ecossistemas complexos, como as florestas tropicais e subtropicais. Contudo, quanto mais conhecimento for disponibilizado acerca desses fatores, para as diversas espécies de Meliponina (e outros organismos), será mais factível obter boas aproximações sobre os fatores mais relevantes na influência da distribuição espacial e composição das comunidades habitantes dos ambientes naturais.

Apesar de já se ter tido um modesto avanço acerca desse tema, ainda há muitas dúvidas quanto à distribuição dos ninhos das diversas espécies de abelhas. Há um padrão na distribuição e densidade de ninhos dos diferentes meliponíneos? Existe relação entre esta distribuição e densidade de ninhos com a composição da comunidade de abelhas? Há relação entre a estrutura e a composição arbórea da floresta com a distribuição dos ninhos? Neste capítulo tentou-se esclarecer um pouco mais sobre estas questões a respeito dos meliponíneos em um fragmento florestal na cidade de Curitiba (Paraná, Brasil).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A pesquisa foi realizada em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucárias), com área de 6,5 ha, situado dentro dos limites do Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter (Jardim Botânico de Curitiba – JBC) (25°26'33"S e 49°14'12"W), a cerca de 920 m s.n.m., Curitiba, Paraná, Brasil.

Este remanescente já sofreu diversas alterações no passado, desde a retirada de madeira, anteriormente à criação do parque municipal, até o intenso tráfego de pessoas em seu interior. Atualmente esse fragmento florestal encontra-se isolado da visitação pública e em processo de regeneração da vegetação.

A presença de uma nascente em seu interior leva à formação de um pequeno córrego, que devido ao relevo local acabou desenvolvendo uma pequena planície aluvial, por onde o córrego meandra e promove alagamentos periódicos. Portanto a Floresta Ombrófila Mista local evidencia duas de suas formações, a Montana e a Aluvial (IBGE, 2012), cujas características fisiológicas, florísticas e estruturais são bastante distintas.

### Procedimento amostral

A contagem dos ninhos de Meliponina no fragmento florestal foi realizada entre janeiro de 2012 e maio de 2013. Para tanto, todas as árvores com DAP (diâmetro à altura do peito – 1,3 m) acima de 10 cm presentes no fragmento florestal estudado foram inspecionadas minuciosamente, a olho nu ou com o auxílio de binóculos. O tempo de observação variou de acordo com o porte, epifitismo e a luminosidade incidente no momento da verificação.

O principal fator de evidência da presença de um ninho em determinado local é a observação da movimentação das abelhas em frente à entrada de sua colônia, em condições atmosféricas propícias. Além da movimentação das abelhas, as próprias entradas dos ninhos denunciam a presença das abelhas. Essas entradas podem ser, confeccionadas com cerume, própolis, barro ou uma mistura desses materiais. No caso de ninhos externos, como os de *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), o próprio ninho também ajuda a evidenciar a presença da espécie.

Para haver sucesso na procura dos ninhos é necessário que a temperatura no interior da floresta seja de, pelo menos, 21°C (FEIDEN, 1994; HILÁRIO, IMPERATRIZ-FONSECA, KLEINERT, 2000; HILÁRIO, IMPERATRIZ-FONSECA, KLEINERT, 2001; FIDALGO e KLEINERT, 2010), mas é preferível que seja mais alta. Também é muito importante que não haja uma cobertura de nuvens muito densa, o céu deve estar sem ou com poucas nuvens. Isso porque a reflexão e difração da luz sobre o corpo das abelhas faz com que se percebam esses pequenos insetos a distâncias relativamente grandes dentro da floresta, como 15 m ou 20 m. Além disso, a própria luminosidade deve ser suficiente para que se percebam os ninhos ou abelhas, mas isso só é possível, dentro da floresta, na latitude em que se encontra o fragmento florestal estudado, entre 10:00h e 16:00h, com uma ampliação desse período durante o verão. Aliás, não se recomenda a procura de ninhos durante o inverno, pois há espécies que entram em período de latência de atividades externas e mesmo internas (PICK e BLOCHTEIN, 2002).

Para facilitar a logística de verificação das árvores, o fragmento florestal foi vistoriado de acordo com o sistema de trilhas já existente. As áreas entre as trilhas e entre estas e a borda do fragmento foram utilizadas como setores de triagem, sendo inspecionados um a um, com o auxílio de balizas, para que não houvesse repetição ou exclusão de árvores.

Localizado um ninho, registrou-se a espécie de abelha a que pertencia e as coordenadas geográficas no Sistema de Posicionamento Global (GPS na sigla em inglês), com um aparelho Garmin GPSMAP® 78S. Então, com auxílio do *software* ArcGis 10 Desktop, foram mensuradas as distâncias entre os ninhos para o enquadramento de sua distribuição conforme o método do vizinho-mais-próximo (CLARK e EVANS, 1954).

As espécies arbóreas que abrigavam colônias de meliponíneos foram registradas, bem como seus diâmetros à altura do peito (DAPs – 1,3 m da base da árvore). Registrou-se também da altura (HN) e do sentido da entrada do respectivo ninho, com o auxílio de trena e uma bússola, e também os diâmetros à altura das entradas dos ninhos (DANs), para comparação entre as espécies de abelhas.

Os dados foram processados no *software* gratuito de assistência estatística ASSISTAT Versão 7.6 beta (pt) (SILVA, 2013), onde foram realizados o teste de Bartlett, para verificação da homogeneidade de variâncias dos dados, e a análise de variância (ANOVA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente

casualizado. Quando a ANOVA detectou diferença significativa entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey para verificar entre quais tratamentos se deu essa diferença, a um nível de significância de 5%.

Com o intuito de examinar se houve relação entre as espécies de abelhas, as espécies arbóreas contendo ninhos e as classes de diâmetro (DAN e DAP) das árvores contendo ninhos, foram realizados teste binomiais de ajuste e associação ( $\chi^2$  – chi-quadrado).

A fim de tentar validar uma proposição feita por Silva (2008), testou-se uma possível correlação entre a orientação das entradas das abelhas e os sentidos dos ventos predominantes no local do estudo. Para isso foi realizada uma análise de correlação simples entre a orientação das entradas dos ninhos e a direção predominante dos ventos em relação aos pontos cardeais. Os dados relativos aos ventos incidentes na área foram obtidos no endereço eletrônico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2013).

Para comparar as distâncias dos vizinhos mais próximos, calculadas para os ninhos do JBC e aqueles ninhos estudados por Silva (2008) e Taura e Laroca (1991)<sup>4</sup>, nos arredores de Curitiba, foram realizados os testes de Mann-Whitney (comparação das médias pelo método de Dunn) e de Kruskal-Wallis, com auxílio do *software* gratuito BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007).

Calculou-se, para a comunidade de meliponíneos estudada, o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), sua equitatividade ( $J'$ ), o índice qualitativo de Jaccard ( $C_j$ ) e o índice quantitativo de Sorensen ( $C_n$ ), conforme Magurran (1988).

---

<sup>4</sup> Utilizou-se apenas os dados referentes ao ano de 1991.

## RESULTADOS

### Densidade e distribuição horizontal dos ninhos na floresta

Foram encontrados 24 ninhos ( $d=3,69$  ninhos/ha) de Meliponina no fragmento florestal estudado (Figura 8, Apêndice D). Estes ninhos são das espécies *Plebeia emerina* (Friese, 1900), *Scaptotrigona bipunctata* (Lepelletier, 1836), *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Tabela 5). Além destes, anteriormente ao início do censo, encontrou-se dois ninhos de *Apis mellifera* L., que foram exterminados, por funcionários da prefeitura, por oferecerem risco aos frequentadores do parque municipal.

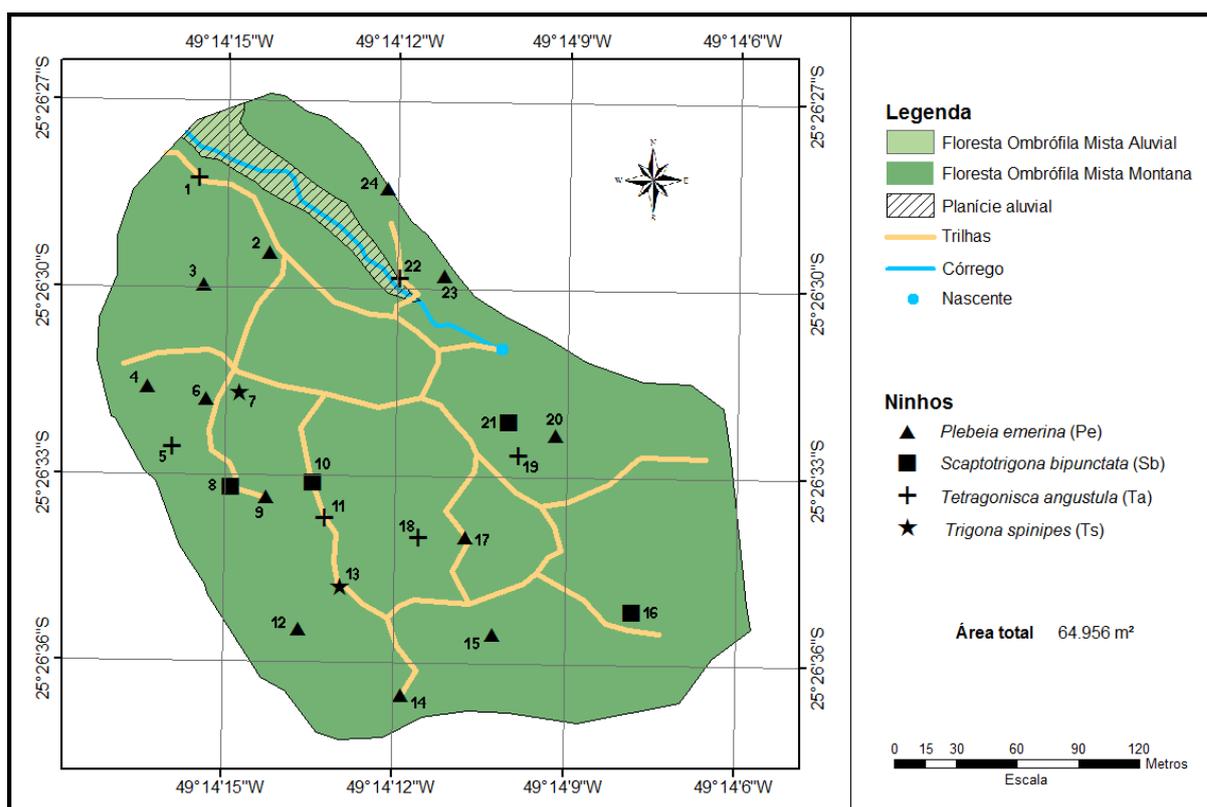


Figura 8. Distribuição horizontal dos ninhos de quatro espécies de Meliponina em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

Tabela 5. Espécies de abelhas e variáveis relativas a seus ninhos em um remascente de Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). N- número de ninhos; d- densidade (ninhos/ha); R- índice de agregação pela distância do vizinho mais próximo; DM- distância média do vizinho mais próximo (m); H'- índice de Shannon (nats); J'- equitatividade; DAP- média dos diâmetros à altura do peito das árvores com ninhos (cm); DAN- média dos diâmetros à altura das entradas dos ninhos (cm); HN- altura média dos ninhos (m); NA- número de espécies de árvores utilizadas para nidificação; s- desvio padrão.

Espécie de Abelha	N	d	R	DM	s <sub>DM</sub>	H'	J'	DAP	s <sub>DAP</sub>	DAN	s <sub>DAN</sub>	HN	s <sub>HN</sub>	NA
<i>Plebeia emerina</i>	12	1,85	1,2958 <sup>ns</sup>	47,67	±5,55	-	-	41,98	±9,03	36,93	±12,68	2,23A	1,95	9!
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	4	0,62	1,0280 <sup>ns</sup>	65,50	±16,65	-	-	66,35	±28,32	55,02	±19,69	3,75A	0,87	4
<i>Tetragonisca angustula</i>	6	0,92	1,4577*	75,83	±11,10	-	-	45,02	±18,58	42,05	±9,98	1,65A	2,29	4
<i>Trigona spinipes</i>	2	0,31	1,1986 <sup>ns</sup>	108,00	±36,31	-	-	152,05	-	-	-	14,5B	-	2
<b>Todas as espécies</b>	<b>24</b>	<b>3,69</b>	<b>1,1293<sup>ns</sup></b>	<b>29,38</b>	<b>2,77</b>	<b>1,20</b>	<b>0,86</b>	<b>47,35</b>	<b>17,72</b>	<b>41,62</b>	<b>14,50</b>	<b>3,36</b>	<b>3,98</b>	<b>15</b>

NOTA: R=1, distribuição aleatória; R=0, distribuição agregada; R≥2,1491, distribuição uniforme (CLARK e EVANS, 1954). Para HN, letras iguais indicam não haver diferenças entre as médias das alturas ao nível de 5% de probabilidade (teste de Tukey).

! Não inclui árvores mortas, as demais espécies nidificaram somente em árvores vivas.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns Não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Também se observou uma dinâmica entre os ninhos das espécies de abelhas desde antes do início de sua contagem até o término desse procedimento, ou seja, dois ninhos anteriormente ocupados por *T. angustula* foram tomados pela espécie *S. bipunctata*, e um ninho de *T. angustula*, que havia morrido, foi reocupado pela mesma espécie.

Segundo os critérios estabelecidos pela análise do vizinho mais próximo (R) – medida do grau que a dispersão observada se afasta de uma expectativa aleatória com respeito à distância do vizinho mais próximo (CLARK e EVANS, 1954) –, a distribuição dos ninhos apresentou uma tendência à aleatoriedade ( $R=1,1293^{ns}$ ;  $p=0,2262$ ), considerando-se as quatro espécies presentes.

Quanto aos ninhos das espécies analisados separadamente, os valores de R também apontaram uma distribuição tendente à aleatoriedade para todas as espécies, com resultado significativo para *T. angustula* ( $R=1,4577^*$ ;  $p=0,0324$ ) e com o p-valor no limiar de significância para *P. emerina* ( $R=1,2958^{ns}$ ;  $p=0,05$ ).

Quando consideradas as três localidades (o bosque estudado por Taura e Laroca (1991), o fragmento florestal estudado por Silva (2008) e o fragmento

florestal do JBC), houve diferenças significativas entre as distâncias dos ninhos mais próximos da espécie *P. emerina* ( $H=23,5534$ ;  $GL=2$ ;  $p<0,0001$ ), mas o teste de comparação de médias revelou que essas distâncias não diferiam significativamente entre o JBC e o bosque estudado por Taura e Laroca (1991) ( $z=0,9483$ ;  $p>0,05$ ).

Da mesma forma, nestas duas localidades as distâncias entre os ninhos de *S. bipunctata* ( $U=7$ ;  $p=0,2864$ ), bem como entre os ninhos de *T. angustula* ( $U=14$ ;  $p=0,5218$ ) também não diferiram significativamente, ou seja, a média das distâncias entre os ninhos dessas espécies foi semelhante nas duas localidades (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação das distâncias do vizinho mais próximo de ninhos de *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata* e *Tetragonisca angustula* entre três comunidades de abelhas na região metropolitana de Curitiba (Paraná, Brasil). N-número de ninhos; DM- distância média do vizinho mais próximo (m); s- desvio padrão.

Espécie de Abelha	Taura e Laroca (1991)				Siva (2008)				Este estudo			
	N	DM	s	M	N	DM	s	M	N	DM	s	M
<i>Plebeia emeriana</i>	17	45,0	A	±23,7	16	16,0	B	±12,0	12	47,7	AC	±12,0
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	6	110,0	a	±27,5	1	-	-	-	4	65,5	a	±48,6
<i>Tetragonisca angustula</i>	6	88,0	a	±35,3	-	-	-	-	6	75,8	a	±27,9

NOTA: Letras iguais indicam não haver diferenças entre as médias das distâncias ao nível de 5% de probabilidade. Maiúsculas – Teste de Kruskal-Wallis; Minúsculas – Teste de Mann-Whitney.

A diversidade de espécies de abelhas mensurada por meio do índice de Shannon ( $H'$ ) revelou um valor de 1,20 nats e equitatividade ( $J'$ ) de 0,86, significando, este último valor, uma boa distribuição dos ninhos entre as espécies.

Ao se testar a correlação entre a orientação das entradas dos ninhos das abelhas e os sentidos predominantes dos ventos incidentes sobre a região do estudo, obteve-se um coeficiente de correlação muito baixo e não significativo ( $GL=23$ ;  $r= 0,228$ ;  $p>0,05$ )<sup>5</sup> (Figura 9).

<sup>5</sup> Tabela D.21, do Apêndice D, de Zar (1996).

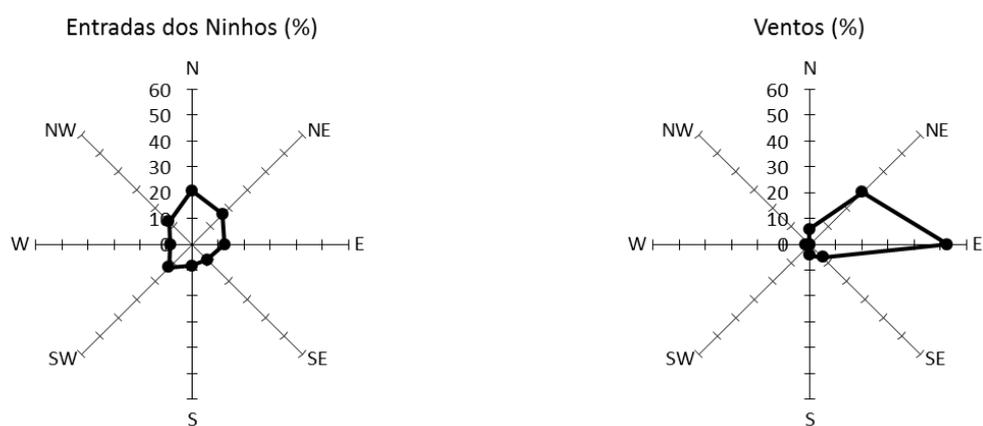


Figura 9. Orientação das entradas dos ninhos de Meliponina (porcentagem do número de ninhos) e os sentidos predominantes dos Ventos Incidentes (porcentagem), conforme os pontos cardeais, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

### Distribuição dos ninhos em relação às espécies arbóreas e seus diâmetros

Os 24 ninhos de Meliponina estavam distribuídos entre 15 espécies arbóreas, pertencentes a 13 famílias botânicas distintas e um indivíduo morto. *Cinnamodendron dinisii* Schwacke (n=4), *Ocotea bicolor* Vattimo (n=4) e *Sloanea monosperma* Vell. (n=3) foram as espécies que abrigaram maior quantidade de ninhos; as demais espécies continham apenas um ninho cada (Tabela 7). Não houve associação entre os ninhos das quatro espécies de abelhas e as espécies arbóreas ( $\chi^2=55$ ; gl=45;  $p>0,05$ ), ou seja, não houve “preferência” das abelhas por nenhuma espécie arbórea.

Quanto à altura dos ninhos de abelhas em relação ao solo, apenas os ninhos de *T. spinipes* diferiram das demais espécies ( $F_{3,20}=22,70$ ;  $p<0,01$ ) (Tabela 7).

Os DAPs das árvores com ninhos não diferiram significativamente entre si (n=24;  $F_{3,20}=2,25$ ;  $p=0,1134$ ) e variaram de 26,7 cm a 105,0 cm, com média de 47,3 cm (Figura 10). Da mesma forma os DANs também não apresentaram diferenças significativas entre si (n=22 - pois não foram contabilizados os dados dos ninhos externos de *T. spinipes*;  $F_{2,19}=2,72$ ;  $p=0,0911$ ) e tiveram média de 41,6 cm, variando entre 20 cm e 80 cm (Figura 10). As abelhas demonstraram “preferência” pelas classes de diâmetro acima de 20 cm (DAP  $\rightarrow \chi^2=44,75$ ; gl=10;  $p<0,01$  e DAN  $\rightarrow \chi^2=31$ ; gl=10;  $p<0,01$ ).

Tabela 7. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por colônias de Meliponina (Hymenoptera, Apidae), suas dimensões [DAP- diâmetro à altura do peito (cm); PIM- ponto de inversão morfológica (m); HT- altura total (m); DAN- diâmetro à altura do ninho (cm); HN- altura do ninho (m)], posição sociológica (PS: 1- dossel, 1e- emergente, 3- estrato inferior) e a orientação das entradas dos ninhos (AZ) conforme os pontos cardeais, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

Família Botânica	Espécie de Árvore	DAP	PIM	HT	PS	Espécie de Abelha	DAN	HN	AZ
ANACARDIACEAE	<i>Lithraea brasiliensis</i>	44,6	1,8	13	1	Pe	20,0	2,5	NW
	<i>Schinus terebinthifolius</i>	50,9	2,5	12	1	Pe	47,7	2,5	SE
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i>	62,1	14	17	1e	Ts	externo	17	E
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda puberula</i>	41,7	6	16	1	Pe	20,0	7	N
CANELLACEAE	<i>Cinnamodendron dinisii</i>	35,0	8	15	1	Pe	39,8	0,8	SW
	<i>C. dinisii</i>	33,4	6	13	1	Ta	38,2	0,7	NW
	<i>C. dinisii</i>	41,1	2,5	15	1	Ta	44,6	0,2	N
	<i>C. dinisii</i>	42,7	6	16	1	Ta	50,9	0,4	S
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea monosperma</i>	60,5	5	16	1	Pe	60,5	1,7	NE
	<i>S. monosperma</i>	70,0	7	20	1e	Sb	60,5	4	NE
	<i>S. monosperma</i>	42,7	10	15	1	Ta	35,0	6	NE
FABACEAE	<i>Dalbergia brasiliensis</i>	46,8	4,5	16	1	Sb	44,6	4	N
LAURACEAE	<i>Ocotea bicolor</i>	36,6	7	17	1	Pe	37,6	0,9	SW
	<i>O. bicolor</i>	47,1	2,5	15	1	Pe	45,0	4	W
	<i>O. bicolor</i>	48,4	7	13	1	Pe	46,2	4	SW
	<i>O. bicolor</i>	81,2	9	22	1e	Ta	55,0	2,4	E
MALVACEAE	<i>Luehea divaricata</i>	105,0	2	21	1e	Sb	80,0	2,5	NW
MYRTACEAE	<i>Myrcia hatschbachii</i>	40,7	2	13	1	Pe	40,7	1,1	W
	<i>Myrceugenia acutiflora</i>	38,2	3,5	13	1	Pe	38,2	1,5	E
PROTEACEAE	<i>Roupala brasiliensis</i>	35,0	8	19	1	Ts	externo	12	SE
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> <sup>A</sup>	26,7	-	-	3	Pe	23,9	0,3	S
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i>	29,0	3	12	1	Ta	28,6	0,2	N
SIMAROUBACEAE	<i>Picrasma crenata</i>	43,6	18	7	1	Sb	35,0	4,5	N
Morta	Morta <sup>A</sup>	33,4	-	-	3	Pe	23,6	0,5	NE

NOTA: Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*; Ta- *Tetragonisca angustula*; Ts- *Trigona spinipes*. <sup>A</sup> Árvores caídas.

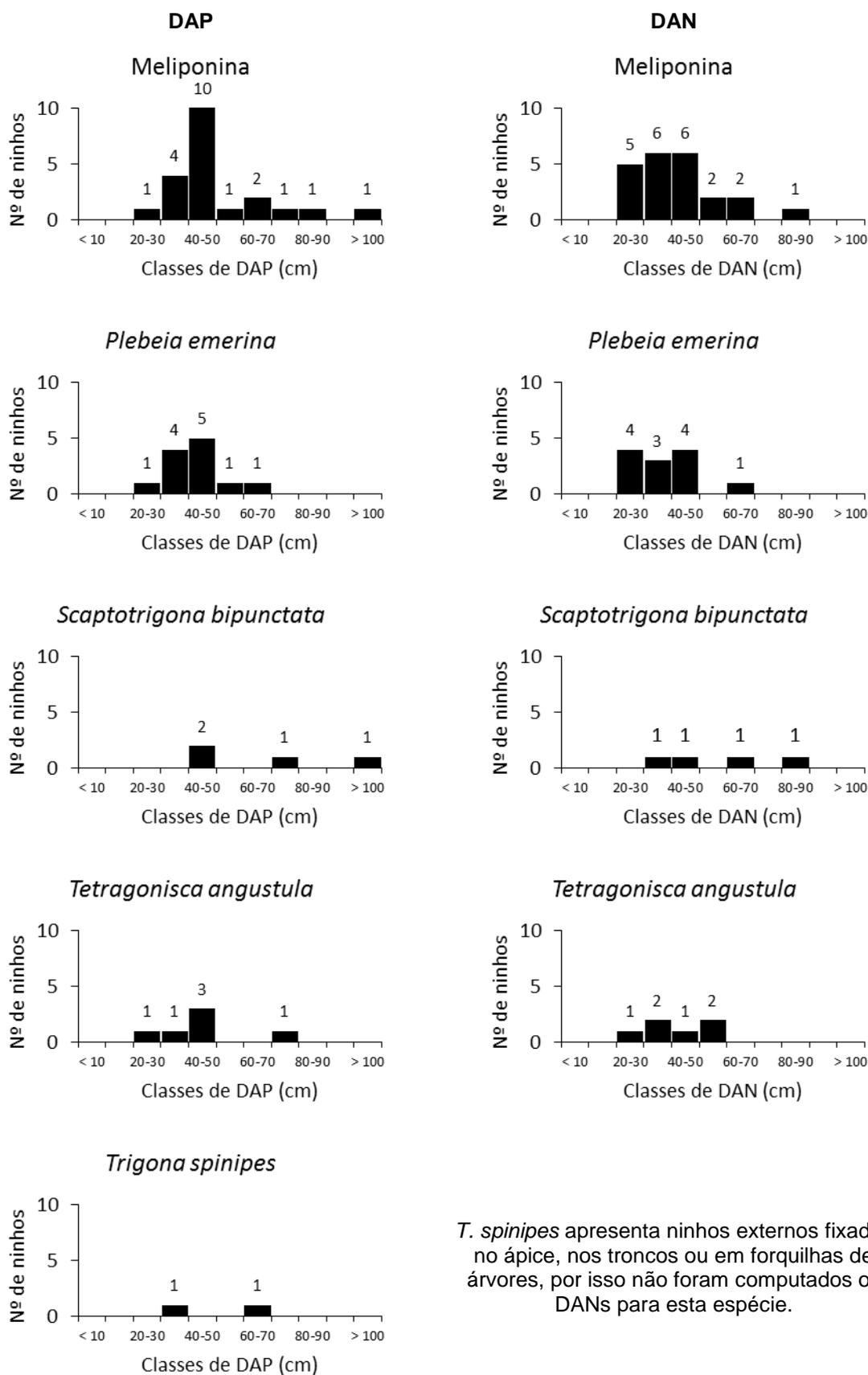


Figura 10. Distribuição dos ninhos das espécies de Meliponina de acordo com as classes de diâmetros das árvores à altura do peito (DAP) e à altura do ninho (DAN) no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

## DISCUSSÃO

Os diversos aspectos observados neste estudo demonstram que são vários os fatores ambientais que podem ter influência sobre a distribuição espacial dos ninhos de Meliponina.

### Ninhos de abelhas e a vegetação arbórea

A maior utilização de algumas espécies arbóreas para a nidificação não parece demonstrar uma preferência das abelhas por estes táxons, mas sim refletem a abundância dessas espécies de árvores nas classes diamétricas utilizadas pelas abelhas para construir seus ninhos e uma provável propensão dessas espécies a formarem ocos, seja por fatores genéticos ou por fatores ambientais, como a ocorrência de pragas (KERR, 1951, ELTZ *et al.*, 2003). A observação de ninhos em espécies de árvores pouco expressivas na estrutura da floresta (Tabela 7 e Apêndice C) foi constatada tanto no Jardim Botânico de Curitiba (JBC) como em uma área de Floresta Ombrófila Mista na região metropolitana de Curitiba, onde além dessa verificação Silva (2008) também notou que espécies arbóreas mais representativas na estrutura da floresta foram as que abrigaram maior número de ninhos.

No JBC a estrutura horizontal foi dominada por *Myrcia hatschbachii*, *Mollinedia clavigera*, *Ocotea bicolor* e *Araucaria angustifolia* (Apêndice C). A primeira, conforme observações em campo e a avaliação feita por Silva (2008), não costuma apresentar ocos em seus troncos, embora isso não seja uma regra, já a segunda é uma espécie de pequenas dimensões, bastante frequente no estrato inferior da floresta, sem a capacidade de atingir dimensões de tronco compatíveis com aquelas exigidas para o estabelecimento de um ninho de Meliponina, pelo menos das espécies de abelhas ocorrentes na região do estudo.

*O. bicolor*, que teve o 3º maior Valor de Importância no JBC (Apêndice C), foi uma das espécies mais utilizadas pelos Meliponina para nidificação, tanto no JBC, como no remanescente florestal analisado por Silva (2008) – naquela ocasião *O. bicolor* foi erroneamente classificada como *O. corymbosa* por Silva (2008) –, o que parece refletir sua importância estrutural na vegetação regional e talvez uma propensão à formação de ocos.

*Sloanea monosperma*, apesar de não ter tido grande expressividade na estrutura geral da floresta, abrigou três ninhos de meliponíneos de três espécies diferentes (Tabela 7). Os espécimes que continham os ninhos, entretanto, possuíam fustes grossos, com DAPs entre 40 e 70 cm.

*Cinnamodendron dinisii* também abrigou grande quantidade de ninhos (n=4), comparativamente às demais espécies, mas os DAPs estavam entre 33 e 42 cm e apenas as menores espécies usaram suas cavidades, *Plebeia emerina* e *Tetragonisca angustula*.

Quando comparados os dados aqui levantados com os de Silva (2008), houve coincidência de apenas três espécies arbóreas utilizadas como substrato para nidificação em ambas as localidades, *A. angustifolia*, *O. bicolor* e *Lithraea brasiliensis*, além de uma árvore morta em cada local. Note-se que nos dois locais as árvores mortas foram ocupadas por *P. emerina* e que *Trigona spinipes*, também em ambos os remanescentes, teve ninhos em *A. angustifolia*, onde é comum construir seus ninhos próximos ou sobre o broto apical, embora não exclusivamente, o que pode ocasionar a morte dessa espécie arbórea.

O único ninho de abelha encontrado na floresta aluvial do JBC foi de *T. angustula*, localizado na base de um indivíduo de *C. dinisii* que estava na borda da planície, exatamente na transição entre planície e encosta. Silva (2008), entretanto, encontrou dois ninhos da abelha africanizada *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) nessa tipologia florestal.

Analisando-se a Tabela 8 é possível perceber que as comunidades de abelhas da região estudada (arredores de Curitiba) têm boa similaridade quantitativa entre si (Cn), no entanto, em termos qualitativos (Cj), o presente estudo assemelha-se mais com o de Taura e Laroca (1991) do que com o trabalho de Silva (2008), talvez por serem áreas mais próximas e com alto grau de alteração em seus arredores, pois são ilhas de vegetação inseridas no contexto urbano, onde as variáveis ambientais incidem de maneira semelhante sobre as guildas de abelhas.

Tabela 8. Comparação entre três estudos sobre a distribuição dos ninhos de Meliponina realizados na região de Curitiba (Paraná, Brasil). H'- índice de Shannon; J'- equitatividade; G/ha- área basal por hectare, diâmetro à altura do peito  $\geq 15$  cm; Cj- índice qualitativo de Jaccard; Cn- índice quantitativo de Sorensen.

Referência	Vegetação				Espécies	Ninhos	Abelhas				Área
	H'	J'	G/ha	M			H'	J'	Cj	Cn	
(a) Taura e Laroca (1991) <sup>A</sup>	3,86 <sup>B</sup>	0,80 <sup>B</sup>	-		Ls, Pe, Sb, Ta, Ts	31	1,18	0,73	(b) 0,4286 (c) 0,8000	(b) 0,8929 (c) 0,8727	5,7 ha
(b) Silva (2008)	2,99	0,66	33,64		Am, Mq, Pe, Sb, Ts	25	1,01	0,63	(a) 0,4286 (c) 0,5000	(a) 0,8929 (c) 0,9796	4,3 ha
(c) Este estudo	3,00	0,83	35,95		Pe, Sb, Ta, Ts	24	1,20	0,86	(a) 0,8000 (b) 0,5000	(a) 0,8929 (b) 0,9796	6,5 ha

NOTA: Am- *Apis mellifera*; Ls- *Lestrimelitta sulina*; Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*; Ta- *Tetragonisca angustula*; Ts- *Trigona spinipes*.

<sup>A</sup> Foram usados somente os dados do levantamento realizado em 1991.

<sup>B</sup> Calculado a partir dos dados de Rotta, Silva e Vicentini (2004).

A maior diversidade da vegetação observada na área onde Taura e Laroca (1991) realizaram as observações dos ninhos é explicada por ser aquele um local com grande número de espécies exóticas, plantadas com finalidades ornamentais (ROTTA, SILVA e VICENTINI, 2004), pois se trata de uma área de intensa visitação pública, com infraestrutura diversificada para o entretenimento da população.

Tanto a área total dos três fragmentos e a área basal obtida no presente estudo (Apêndice C) e aquela encontrada por Silva (2008) – consideradas apenas as árvores com DAP  $\geq 15$  cm – são bastante próximas, demonstrando condições similares nos espaços disponíveis para a nidificação das abelhas nesses locais. No fragmento estudado por Silva (2008) o autor verificou que a quantidade de ocos não era um fator limitante para o estabelecimento das colônias de meliponíneos. Apesar dessa variável não ter sido avaliada no presente trabalho, acredita-se que também não seja este o fator determinante para a instalação de colônias de abelhas sociais no remanescente florestal do JBC. Isto porque durante as expedições ao interior da referida floresta foi possível verificar grande quantidade de orifícios nas árvores, que potencialmente poderiam ser utilizados pelas abelhas. Isso também pode ser inferido a partir da similaridade entre as áreas basais dos dois remanescentes.

## Distribuição dos ninhos de abelhas e a estrutura da vegetação arbórea

Todos os ninhos de meliponíneos encontrados no JBC foram observados em árvores, a maioria em troncos entre 20 cm e 50 cm de diâmetro. Essa amplitude diamétrica é menor do que os diâmetros apontados anteriormente por outros autores (HUBBELL e JOHNSON, 1977; ELTZ *et al.*, 2002; SAMEJIMA *et al.*, 2004; SIQUEIRA *et al.*, 2012) e demonstra que o espectro de cavidades passíveis de acomodação de ninhos dessas abelhas é mais amplo. A composição de espécies da comunidade de abelhas é determinante nesse aspecto, pois algumas espécies diminutas podem ocupar ocos ainda menores que a classe entre 20 cm e 30 cm aqui observada, como o caso citado por Wille e Michener (1973), onde uma espécie de *Trigonisca* ocupou um oco de 36 cm de comprimento com apenas 1,6 cm de diâmetro.

Taura e Laroca (1991) também observaram a construção de ninhos em árvores a partir de 20 cm de diâmetro, assim como no JBC, a saber, ninhos de *P. emerina*. Como já mencionado, esta é uma espécie de tamanho corporal pequeno ( $\pm 3,8$  mm) e por isso pode nidificar em espaços menores, da mesma forma que *T. angustula*. Taura e Laroca (1991) também verificaram que *P. emerina* e *T. angustula* não utilizam apenas árvores como local de residência, mas também construções artificiais, como muros de concreto e outros espaços disponíveis.

Áreas urbanas têm grande variedade de substratos para nidificação, sejam artificiais, como ocos em edificações e postes de iluminação, ou naturais, como galhos e troncos ocos de árvores em jardins e na arborização urbana (TAURA e LAROCA, 1991; SOUZA *et al.*, 2005; SILVA *et al.* 2012; AIDAR *et al.*, 2013). Isso certamente contribui para a manutenção de populações de algumas espécies de abelhas em ambientes urbanos.

Apesar de a análise estatística ter apontado que somente *T. spinipes* diferiu significativamente das demais espécies em relação à altura dos ninhos, mais alguns fatos relevantes precisam ser relatados a respeito da localização dos ninhos na estrutura vertical da floresta.

Almeida e Laroca (1988) descrevem que *T. spinipes* constrói ninhos aéreos e arbóreos, geralmente de quatro a nove metros acima do solo, mas também podem ser observados em alturas superiores a estas, e citam as copas de *A. angustifolia*

para estas situações. Tanto este estudo, como o de Silva (2008) confirmam estas informações.

Também chama a atenção a observação de Taura e Laroca (1991) de que *T. angustula* frequentemente nidificou próximo ao solo, fato registrado em três ninhos da espécie naquele estudo. Isto parece ser um fato recorrente nessa espécie, visto que no JBC também três ninhos estavam a menos de meio metro do solo, embora também tenha sido observado um ninho de *T. angustula* a cerca de seis metros de altura. Fowler (1979) analisou os ninhos de *Tetragonisca fiebrigi* (Schwartz) – citada pelo autor como *Trigona angulata fiebrigi* Schwartz –, espécie afim de *T. angustula*, e verificou que, dos 149 ninhos observados, 83% estavam alocados em cavidades nas raízes das árvores, tendo pouca relação com os diâmetros.

No JBC a maioria dos ninhos de *P. emerina* estava a menos de 3 metros do solo. Esta parece ser uma espécie adaptada a condições ambientais com maior grau de perturbação, visto que tem pequeno tamanho corporal, os seus ninhos podem ser encontrados em diversos tipos de substratos, como troncos a partir de 20 cm de diâmetro, e é a espécie com a maior densidade de ninhos nos três estudos realizados na região de Curitiba. Soma-se a isso, ainda, a constatação de Silva (2008) de que a altura dos ninhos de *P. emerina* teve correlação positiva com a proximidade destes às bordas da floresta ou clareiras, ou seja, a espécie pode ter preferência por ambientes mais abertos e mais próximos das fontes alimentares, como as bordas e dossel da floresta. Isso também pode ter relação com a regulação fisiológica da espécie, que necessita de condições ambientais de maior temperatura e menor umidade relativa do ar (ver Capítulo 2). Eltz *et al.* (2002) observaram que em áreas de bordadura de florestas, onde há a possibilidade de captação de recursos além dos limites destas, parece haver melhores condições para o estabelecimento de ninhos de Meliponina, pois a disponibilidade de recursos alimentares é mais uniforme ao longo do ano.

Essas constatações vão de encontro à proposição de Samejima *et al.* (2004) de que espécies de abelhas que nidificam nos galhos e copas das árvores, ao invés do tronco ou na sua base, podem ter maior relação com a densidade de angiospermas pioneiras e, portanto, são mais adaptadas a áreas perturbadas. Entretanto, a ocorrência de *P. emerina*, *T. angustula* e *T. spinipes* no JBC não teve relação com espécies pioneiras especificamente, contudo, é fato que os ninhos dessas abelhas estão inseridos em uma floresta perturbada por fatores do meio

urbano e também na sua estrutura, onde se observa grande número de clareiras, embora não contabilizadas, mas que refletem sobre a expressiva presença de lianas na estrutura horizontal (Apêndice C). A somatória dessas condições certamente influencia o microclima local e contribui para a ocorrência dos ninhos de *P. emerina* no estrato inferior da floresta.

### **A orientação das entradas dos ninhos e o sentido dos ventos**

Não foi confirmada a hipótese de que haveria correlação entre a orientação das entradas das abelhas e os sentidos dos ventos predominantes no local do estudo, pois a correlação entre estas duas variáveis foi bastante fraca e sem significância estatística. As estações meteorológicas de onde foram extraídos os dados sobre os ventos, em ambos os estudos, estavam bastante próximas aos locais de pesquisa (menos de 1 km) e, portanto, confiáveis para essas suposições.

Contudo, há um fator relevante a ser colocado aqui, pois os arredores do JBC têm sofrido um processo intenso de ocupação por edifícios residenciais nos últimos anos, ao norte e a nordeste, e essas construções formam barreiras que podem influenciar o regime de ventos incidentes sobre o JBC. Jardim (2011), ao estudar sobre a teoria das “ilhas de calor” na cidade de São Paulo-SP, obteve dados que indicam um aspecto “caótico” dos ventos em áreas urbanas em consequência do relevo artificial criado pelas edificações e outros fatores.

Embora uma afirmação sobre esse assunto deva ser ponderada com base em dados mais específicos, a teoria de que os ventos podem influenciar na orientação das entradas dos ninhos não deve ser totalmente descartada, mas sim testada em outros locais e circunstâncias.

### **Densidade e distribuição horizontal de ninhos**

A comunidade de Meliponina do JBC é bastante simplificada ( $S=4$ ), se comparada a outros estudos sobre a distribuição de ninhos em ambientes naturais e urbanos (Tabela 9). Curitiba se encontra na região subtropical (abaixo do trópico de Capricórnio), aproximadamente a 900 m sobre o nível do mar e próximo deste cerca de 80 km em linha reta, o que lhe confere um clima úmido e frio no inverno, fatores preponderantes para a restrição do desenvolvimento de diversos organismos,

incluindo as abelhas do grupo Meliponina. Assim como em vários outros grupos de organismos (HUSTON, 1994<sup>6</sup> *apud* PRIMACK e RODRIGUES, 2001), a diversidade de espécies de meliponíneos aumenta em direção aos trópicos (MICHENER, 1979, p. 287), muito embora a diversidade de abelhas num sentido mais amplo seja maior em regiões temperadas quentes e xéricas, em detrimento dos trópicos (MICHENER, 1979, p. 280).

Tabela 9. Relação da densidade de ninhos de Apini (Hymenoptera) encontrada em diferentes estudos.

Referência	Nº de espécies	Nº de ninhos	Área (ha)	Densidade (ninhos/ha)	Ambiente
Hubbell e Johnson (1977)	9	67	36,7	1,83	floresta <sup>c</sup>
Roubik (1983)	14	30	5	6,00	floresta <sup>b</sup>
Taura e Laroca (1991)	6	32	5,7	5,61	urbano
Michener <sup>7</sup> (1946), ( <i>apud</i> OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1995)	9	141	64,7	2,18	-
Oliveira <i>et al.</i> (1995)	1	1	1	1,00	floresta <sup>b</sup>
Oliveira <i>et al.</i> (1995)	9	15	100	0,15	floresta <sup>b</sup>
Eltz <i>et al.</i> (2002)	11	116	64,4	0,5-8,4	floresta <sup>b</sup>
Batista <i>et al.</i> (2003)	16	137	11,3	12,12	floresta <sup>b</sup>
Souza <i>et al.</i> (2005)	5	94	57	1,65	urbano
Slaa (2006)*	14	201	60,6	-	-
	-	53	8,3	3,9±0,17	floresta <sup>c</sup>
	-	43	11,6	2,6±0,15	transição <sup>d</sup>
	-	64	40,7	1,2±0,024	finca <sup>e</sup>
Silva (2008)	5	25	4,3	5,80	floresta <sup>a</sup>
Serra <i>et al.</i> (2009)	15	73	185,5	0,35-0,51	savana
Silva <i>et al.</i> (2012)	9	37	2	18,5	floresta <sup>b</sup>
	7	35	5,4	6,41	urbano
Siqueira <i>et al.</i> (2012)	20	69	100	0,69	floresta <sup>c</sup>
Aidar <i>et al.</i> (2013)	7	50	23	2,17	urbano
<i>Este estudo</i>	4	24	6,5	3,69	floresta <sup>a</sup>

FONTE: adaptada de Silva (2008) e atualizada.

NOTA: a – floresta subtropical úmida com *Araucaria* (Floresta Ombrófila Mista); b – florestas tropicais úmidas; c – florestas tropicais secas; d – ambiente desflorestado margeando a floresta; e – ambiente de campos com árvores isoladas.

\* contagem total e média em quatro anos de estudo.

Apesar da baixa riqueza de espécies, a densidade de ninhos pode ser interpretada como intermediária (d=3,69 ninhos/ha), visto que alguns autores relatam densidades bem mais baixas (Tabela 9). Schwarz (1948), Kerr (1951) e Oliveira,

<sup>6</sup> HUSTON, M.A. **Biological diversity**: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

<sup>7</sup> MICHENER, C.D. Notes on the habits of some Panamanian stingless bees (Hymenoptera, Apidae). **Jour. N. Y. Entomol. Soc.**, v. 54, p. 179-197, 1946.

Morato e Garcia (1995) relatam densidades bastante elevadas ( $d > 25$  ninhos/ha) para ninhos de meliponíneos, porém são casos extremos que devem estar relacionados com os nichos e habitats das espécies que os colonizam (OLIVEIRA, MORATO e GARCIA, 1995). Hubbell e Johnson (1977) e Eltz *et al.* (2003) sugerem que abelhas de tamanho corporal e população nidal maiores tendem a apresentar menor quantidade de ninhos por unidade de área, e isso parece ser confirmado no JBC, pois *S. bipunctata* e *T. spinipes* tiveram menor quantidade de ninhos que as outras duas espécies.

Os valores de R (para o vizinho mais próximo) sugerem que todas as espécies presentes no JBC apresentam um padrão de distribuição horizontal próximo à aleatoriedade (Tabela 5), embora as análises tenham apontado significância estatística apenas para *T. angustula*. Eltz *et al.* (2003) constataram que nas florestas da Malásia os meliponíneos têm um padrão de dispersão agregado e atribuem isso ao comportamento relativamente pacífico entre as diferentes espécies.

Em uma floresta tropical seca da Costa Rica, Hubbell e Johnson (1977), ao contrário, observaram que a agressividade entre espécies foi um dos fatores de maior relevância a influenciar o padrão de dispersão uniforme em quatro espécies de *Trigona* Jurine, 1807. Eles constataram que essas espécies utilizavam feromônios de agregação durante o forrageamento e que isso também ocorria durante a procura por locais para a fundação de uma nova colônia. Além disso, as espécies identificavam os feromônios de outras espécies. Se o local escolhido por uma espécie para a instalação do novo ninho for escolhido muito próximo a outro ninho da mesma espécie ou de uma das espécies agressivas que reconhecem o seu feromônio, é comum ocorrerem batalhas territoriais.

A despeito disso, Oliveira, Morato e Garcia (1995) acreditam que um dos motivos de algumas espécies não agressivas nidificarem próximas a colônias de outras espécies agressivas seria a proteção contra eventuais inimigos.

No JBC, *T. spinipes* apresentou uma densidade de ninhos ( $d = 0,31$  ninhos/ha) equivalente às densidades encontradas por Silva (2008), na região metropolitana de Curitiba ( $d = 0,23$  ninhos/ha), e por Henriques (1996), em uma vegetação de cerrado no Brasil central ( $d = 0,2-0,3$  ninhos/ha). Ao que parece esta pode ser uma densidade padrão para esta espécie, salvo em alguma situação especial.

*T. spinipes* tem comportamento agressivo interespecífico durante as excursões de forrageamento, boa comunicação sobre fontes de alimento entre

abelhas da mesma colônia e ainda detecta as trilhas de cheiro deixadas por outras abelhas para utilizar dos recursos utilizados por estas (ALMEIDA e LAROCCA, 1988; NIEH *et al.*, 2004; NIEH *et al.*, 2005).

Aguilar, Fonseca e Biesmeijer (2005) analisaram os sistemas de comunicação em três espécies de meliponíneos (*Trigona corvina* Cockerell, 1913; *Plebeia tica* (Wille, 1969); *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) – *Trigona (Tetragonisca) angustula* para aqueles autores), para o direcionamento a recursos alimentares, e perceberam que *T. corvina*, espécie afim de *T. spinipes*, teve o melhor sistema de comunicação entre companheiras de colônia, indicando a distância e a direção do recurso encontrado. *P. tica*, espécie afim de *P. emerina*, e *T. angustula* foram eficientes em direcionar as companheiras à fonte de alimento, o que foi mais eficiente apenas para recursos próximos às colônias.

Os autores discutem que um dos fatores que devem influenciar os mecanismos de comunicação é o tamanho das colônias, pois espécies com grandes colônias, como *T. corvina*, provavelmente têm maiores benefícios direcionando suas abelhas coletoras para as melhores fontes de alimento do que espécies com colônias menores. Isto porque se todas as abelhas escoteiras de uma colônia grande começarem a procurar por comida ao redor do ninho, elas irão competir com suas companheiras. Já as abelhas com colônias menores se “beneficiam” dessa estratégia das abelhas maiores por explorar as proximidades do ninho. Esses mecanismos demonstram, na realidade, que as espécies de abelhas, através de sua história, foram ocupando os nichos disponíveis para elas, de maneira que a competição fosse minimizada.

Estas explicações contribuem para os resultados de densidade e de distribuição de ninhos das espécies *P. emerina*, *S. bipunctata* e *T. angustula* calculados para o JBC, o remanescente florestal estudado por Silva (2008) e o parque urbano pesquisado por Taura e Laroca (1991). O teste estatístico aplicado sobre as colônias de *P. emerina* das três localidades revelou não haver diferenças significativas nas distâncias do vizinho mais próximo de *P. emerina* entre os ninhos do JBC e os estudados por Taura e Laroca (1991). Estes dois locais abrigam 2 espécies de abelhas pequenas, *P. emerina* e *T. angustula*, cuja somatória dos ninhos, como sugerido por Silva (2008), perfaz uma densidade equivalente àquela onde somente ocorre *P. emerina*, ou seja, quando as duas espécies ocorrem em

conjunto, a densidade de *P. emerina* diminui, mas é complementada pelo aumento do número de ninhos de *T. angustula*.

Entretanto, quando se aplica a análise estatística somente aos dados de *T. angustula*, não se verifica diferença significativa entre o JBC e o parque urbano estudado por Taura e Laroca (1991), corroborando para a dispersão tendente à uniformidade dos ninhos dessa espécie. Lembrando que Fowler (1979) encontrou o valor de 3,7 ninhos/ha da espécie *T. fiebrigi*, na região central do Paraguai, valor próximo ao encontrado na região de Curitiba para *P. emerina* independentemente ( $d=1,85-3,72$  ninhos/ha), mas também quando esta última aparece em conjunto com *T. angustula* ( $d=2,77-4,6$  ninhos/ha).

Os ninhos de *S. bipunctata* também demonstraram tendência à uniformidade entre estas duas localidades. Reforçando a hipótese de que colônias maiores tendem a ocorrer em menor quantidade e distribuídas de maneira mais uniforme, sendo esta última característica vinculada, também, à agressividade da espécie.

Outro fator que contribui para o tipo de distribuição dos ninhos tem relação com a fundação de novas colônias. Kerr (1951) discute que, em geral, ela se dá a uma distância, pelo menos, fora do raio de ação da colônia-mãe, mas que pode ocorrer a poucos metros desta, em casos particulares onde há maior facilidade de construção de colmeias. Este mesmo autor admite uma distância de voo média de 100 m (podendo alcançar cerca de 250 m) por geração de Meliponina de espécies próximas às estudadas por ele, o que inclui algumas das espécies avaliadas neste trabalho. Kerr (1951) assinala também que a densidade de ninhos das espécies mais abundantes é de aproximadamente 1 ninho por hectare. Mas como foi exposto anteriormente, na região de Curitiba a densidade de ninhos de *P. emerina* é pelo menos duas vezes maior que essa apontada por Kerr (1951).

Em meliponíneos a área explorada por uma espécie, e conseqüentemente a distribuição de seus ninhos, é diretamente correlacionada com o raio de voo de suas operárias. Em *T. spinipes*, por exemplo, estas podem alcançar até 840m ao redor de seu ninho, comunicando uma fonte de alimento, que diste até 630m do mesmo (ALMEIDA e LAROCA, 1988). Nogueira-Neto (1997) cita algumas distâncias de voo das operárias de abelhas observadas por ele e por outros autores e menciona que *T. angustula* pode alcançar distâncias entre 500 m e 950 m, *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) entre 680 m e 750 m, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier de 2.000 m a 2.500 m, *Plebeia droryana* (Friese, 1900) até 540 m entre outras espécies. Estas

medidas, no entanto, geralmente descrevem situações extremas, mas indicam que espécies de tamanho corporal maior, como as do gênero *Melipona* Illiger, 1806 transpõem extensões de áreas maiores, em comparação com gêneros de tamanhos menores, como *Plebeia* Schwarz, 1938.

A dispersão dos ninhos também se relaciona com o processo de enxameagem. Michener (1974), ao discorrer sobre este tema em meliponíneos, assevera que estes insetos não podem fundar novas colônias em locais muito afastados da colônia-mãe, pois mantém contato com esta por longos períodos, antes, durante e depois da enxameagem. O mesmo foi observado por Nogueira-Neto (1954) e por Roubik (2006), este último ressaltou também que essa ligação entre as colônias mãe e filha pode durar até seis meses (ROUBIK, 2006).

Eltz *et al.* (2002) ao estudarem a densidade de ninhos de Meliponina na Malásia, em florestas nativas com diversos graus e idades de exploração, observaram que essa densidade variou de 0 (zero) a 16,2 ninhos/ha nos diversos locais amostrados, demonstrando que florestas com maior intensidade de exploração tiveram as menores densidades de ninhos. Esses dados são reforçados pelos resultados encontrados nos trabalhos desenvolvidos na região de Curitiba, onde a densidade de ninhos de Apidae eussociais foi menor no JBC ( $d=3,69$  ninhos/ha), que no fragmento florestal estudado por Silva (2008) ( $d=5,80$  ninhos/ha), onde a vegetação apresentou menor grau de perturbação antrópica.

Samejima *et al.* (2004) e Siqueira *et al.* (2012) atribuem o padrão agregado de ninhos à indisponibilidade de locais para nidificação, todavia essa parece ser uma afirmação um tanto generalizada, e que deve ser encarada com cautela, pois como explanado anteriormente, outros fatores como a agressividade, o tamanho das colônias, o raio de ação destas e a composição da guilda de espécies também influenciam nesse parâmetro. Além disso, Silva (2008) observou que havia bastante disponibilidade de ninhos na floresta estudada por ele e o mesmo pode ser dito a respeito do fragmento florestal do JBC.

Hubbell e Johnson (1977) e Eltz *et al.* (2002) alegaram ainda que as abelhas vivem em comunidades saturadas, limitadas principalmente pelos recursos alimentares, mas não descartam as interações entre as espécies. Michener (1979) afirma que não há uma relação estreita entre o número de espécies de abelhas em uma área e o número de espécies de angiospermas, e que essa regra é válida também para situações em nível local, mas que, apesar disso, a flora e a fauna de

abelhas não são independentes uma da outra. No JBC realmente não parece haver relação íntima entre as abelhas e as espécies da flora, no tocante aos substratos para nidificação, entretanto, algumas espécies da flora local são importantes fontes de recursos alimentares em determinados períodos (ver Capítulo 1).

Kerr (1951) coloca que um dos fatores responsáveis pela baixa densidade nas populações entre os Meliponina é a presença de espécies competidoras com necessidades ecológicas semelhantes. Isto tem fundamento, pois como discutido há pouco, *P. emerina* e *T. angustula* parecem ambas diminuir em densidade de ninhos quando ocorrem na mesma área. Isso talvez também possa ocorrer entre *S. bipunctata* e a abelha invasora *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (PARANÁ, 2007), como observado por Silva (2008), onde as densidades de ninhos dessas duas espécies também foram equivalentes entre as comunidades comparadas. A competição entre *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 e *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) foi abordada por Menezes *et al.* (2007), que obtiveram resultados experimentais demonstrando a diferença comportamental de *S. depilis* no forrageamento de flores de *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr., na presença e na ausência da abelha africanizada. Ao se retirar a abelha africanizada do ambiente, *S. depilis*, além de aumentar o tempo de permanência nas flores de *S. arboricola*, passou a coletar néctar ao invés de pólen.

No JBC, como já mencionado, no início da pesquisa sobre os ninhos, foram retiradas duas colônias de *A. mellifera* do interior da floresta, devido aos possíveis danos que poderiam causar aos visitantes. Algum tempo depois, passado o inverno de 2012, verificou-se que *S. bipunctata* havia ocupado duas cavidades onde anteriormente residiam colônias de *T. angustula*. Infelizmente não foi possível observar se as colônias de *T. angustula* tinham morrido, para posterior reocupação do local por *S. bipunctata*, ou se houve algum conflito direto entre as espécies. *T. angustula* é bastante suscetível aos invernos frios e úmidos de Curitiba e é comum que as colônias não suportem os invernos e sucumbam (observação pessoal), o que foi visto em um dos ninhos do JBC, cuja colônia morreu no inverno de 2012 e o ninho foi reocupado pela mesma espécie na primavera seguinte. Além disso, o fato é que após a saída de *A. mellifera* do sistema, *S. bipunctata* fundou outros dois ninhos. A ocupação dos locais de nidificação de *T. angustula* por *T. spinipes* pode ter sido meramente por oportunismo.

Schwars (1948), Kerr (1951) e Slaa (2006) observaram que os ninhos de *Meliponina* e sua densidade por área são mais ou menos constantes ao longo do tempo, e que isso se deve ao comportamento de armazenar grandes quantidades de alimento para passarem pelos períodos ambientais críticos.

Inoue *et al.* (1993) ao instalar ninhos-isca, verificaram que houve o aumento na densidade de ninhos e que isso não se alterou após a estação com menor disponibilidade de recursos florais, pois essas abelhas estocam alimento para passarem por esse período, e sugerem que o aumento na densidade foi devido ao aumento do número de locais para nidificação, que estavam em déficit.

Schwarz (1948), entretanto, faz a ressalva de que muitos dos casos relatados como sendo colônias duradouras, com 10 anos ou mais, podem ser na realidade reocupações do mesmo ninho por enxames da mesma espécie. Nogueira-Neto (1954) também verificou esse mesmo fenômeno com várias espécies e a presente pesquisa também detectou isso.

Como bem observado por Kerr (1951), e ratificado neste estudo, a distribuição horizontal dos ninhos de meliponíneos é uma questão muito particular para cada espécie, pois devem ser considerados também os fatores ecológicos e geográficos.

## CONCLUSÃO

Não obstante a complexidade do assunto acredita-se que este estudo conseguiu esclarecer alguns dos pontos referentes à distribuição de ninhos de Meliponina na região de Curitiba, embora tenha sido constatada uma baixa riqueza de espécies no local específico da pesquisa, comparada a outros estudos na região.

Realmente parece haver um padrão na distribuição e densidade das colônias das espécies estudadas, na região da pesquisa, embora não uma regra, pois como mencionado, há diversos fatores que devem ser considerados. Quando comparados diferentes estudos na região, a composição de espécies de abelhas revela uma dinâmica de equiparação do número de ninhos de espécies com tamanho corporal e populacional semelhantes, como é o caso de *P. emerina* e *T. angustula*.

Apenas corroborando com o que já foi detectado por diversos autores, as espécies de abelhas estudadas não demonstram preferência por quaisquer espécies arbóreas, entretanto, a abundância destas, suas dimensões, características físicas e fisiológicas, além de sua resposta às variáveis ambientais podem sim levar à maior ocorrência de ninhos de abelhas em determinadas espécies de árvores.

É possível ratificar outros estudos que afirmam que, de maneira geral, em florestas tropicais ou subtropicais bem desenvolvidas, do ponto de vista estrutural, as abelhas não sofrem com o déficit de locais para nidificação, sendo os mecanismos comportamentais, de tamanho de população nidal e de tamanho corporal das espécies mais relevantes para o padrão de distribuição dos ninhos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gama de fatores abordados nesta pesquisa demonstra a complexidade que existe em se tentar explicar o porquê de determinados comportamentos ou relações entre diferentes espécies e o ambiente em que vivem. A palavra “ecologia”, entretanto, com apenas oito letras ousa expressar todo esse enredamento que envolve os organismos e seus relacionamentos físicos e biológicos.

Os meliponíneos, grupo de abelhas objeto deste estudo, mostraram não fugir aos preceitos da Ecologia e formam uma intrincada rede de interações físico-biológicas. Entre elas pode-se destacar a repartição de recursos tróficos por essas abelhas, que se alterna ao longo dos meses e que, em alguns momentos, pode ser bastante elevada entre as espécies, com cerca de 90% de similaridade. A repartição também acontece em nichos climáticos locais, onde pequenas variações propiciam o melhor aproveitamento das condições atmosféricas por uma ou outra espécie.

Também é relevante a alteração na guilda de espécies desse grupo taxonômico de acordo com a localidade, o que envolve a situação climática, a interferência de organismos exóticos concorrentes em recursos, como a espécie de abelha euro-africana *Apis mellifera* e com o grau de alteração antrópica do ambiente. Em florestas nativas, por exemplo, a diminuição da área basal, por meio do corte seletivo de árvores com maiores diâmetros, pode chegar a excluir alguns táxons de Meliponina, que dependem da existência de ocos em árvores de maiores diâmetros.

A alteração climática local, consequente da urbanização, é outro fator que pode propiciar o rearranjo de espécies entre os meliponíneos, com o ingresso de espécies de climas mais amenos (como *Tetragonisca angustula*). A introdução de miríades de espécies de plantas no processo de urbanização também pode influenciar a dieta dessas abelhas, com a inclusão de espécies alóctones em detrimento das espécies nativas locais, embora as consequências dessa substituição não tenham sido avaliadas, para nenhuma das partes, abelhas e flora. Contudo, é provável que as abelhas se beneficiem, com maior diversidade e disponibilidade de alimento ao longo do ano, mas talvez a flora nativa seja prejudicada nos seus processos de polinização.

Acredita-se que este trabalho tenha atingido boa parte de seus objetivos e que possa servir de base de estudos mais aprofundados sobre a ecologia das

espécies de Meliponina, contribuindo para ações referentes à sua conservação e à criação racional das diferentes espécies.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.J.C. de; MARTINS, C.F. The bee diversity of the Tabuleiro vegetation in the Guaribas Biological Reserve (Mamanguape, Paraíba, Brazil). *In*: MELO, G.A.R. e ALVES-DOS-SANTOS, I. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Editora UNESC: Criciúma, 2003.

AGUILAR, I.; FONSECA, A. e BIESMEIJER, J. Recruitment and communication of food source location in three species of stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Apidologie**, v. 36, 313-324, 2005.

AIDAR, D.S. **A Mandaçaia**: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1996. 104 p. Série Monografias nº 4.

AIDAR, I.F.; SANTOS, A.O.R.; BARTELLI, B.F.; MARTINS, G.A. e NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Nesting ecology of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in urban áreas: the importance of afforestation. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1361-1369, sep./oct. 2013.

ALLEN-WARDELL, G. *et al.* The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 8-17, fev. 1998.

ALMEIDA, M.C. de e LAROCCA, S. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 17, n. 1-4, p. 67-108, 1988.

ALVES, R.M. de O.; CARVALHO, C.A.L. de e SOUZA, B. de A. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, PR, v. 28, n. 1, p. 65-70, jan./mar. 2006.

AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A. de A. S. dos e AYRES, L.L. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas (Versão 5.3). Belém, PA: Universidade Federal do Pará/Universidade de Maryland/Universidade de Illinois/Instituto Bioestatístico de Ciências e Tecnologia. *Software* de distribuição gratuita, 2007. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/>>.

BARTH, O.M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 150p.

BARTH, O.M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 61, n. 3, p. 342-350, may/june 2004.

BARTH, O.M. A utilização do pólen na interpretação da flora apícola. *In*: 16º Congresso Brasileiro de Apicultura e 2º Congresso Brasileiro de Meliponicultura,

2006, Aracaju. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz, 2006, CD-ROM.

BARTH, O.M. e BARBOSA, A.F. Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional XV- Myrtaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 70, p. 467-497, 1972.

BATISTA, M.A., RAMALHO, M. e SOARES, A.E.E. Nesting sites and abundance of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) in heterogeneous habitats of the Atlantic Rain Forest, Bahia, Brazil. **Lundiana**, MG, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2003.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. e HARPER, J.L. **Ecology**: from individuals to ecosystems. 4. ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2006.

BENCKE, C.S.C. e MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BEZERRA, E.L. de S. e MACHADO, I.C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 247-257, 2003.

BIBIANO, B.H. e GALVANI, E. Comparações da temperatura e umidade relativa do ar entre fragmentos florestais no município de Espírito Santo do Pinhal, SP – influências da ilha de calor. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 246-256, 2012.

BORGES, F. von B. e BLOCHTEIN, B. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, PR, v. 22, n. 3, p. 680-686, set. 2005.

BREED, M.D.; McGLYNN, T.P.; SANCTUARY, M.D.; STOCKER, E.M. e CRUZ, R. Distribution and abundance of colonies of selected meliponine species in a Costa Rican tropical wet forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 6, p. 765-777, nov. 1999.

BREED, M.D.; COOK, C. e KRASNEC, M.O. Cleptobiosis in social insects. **Psyche**, v. 2012, ID do artigo 484765, 7 p., 2012. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/psyche/2012/484765/citations/>>. Acesso em: 08 out. 2013.

CLARK, P.J. e EVANS, F.C. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. **Ecology**, v. 35, n. 4, p. 445-453, oct. 1954.

COBERT, S.A. e WILLMER, P.G. Pollination of yellow passionfruit: nectar pollen and carpenter bees. **Journal of Agricultural Science**, v. 95, p. 655-666, 1980.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Resolução n. 02, de 18 de março de 1994. Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação

secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado do Paraná. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 4513-4514, 28 mar. 1994.

CORRÊA, A.M. da S.; WATANABE, H.M. e MELHEM, T.S. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Tiliaceae, Rutaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 19, n. 1/2, p. 117-124, 31 fig., 1992.

COSTA, A.Y. e 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. 2A, p. 463-471, 2006.

CRUZ, D. de O.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A. da; SILVA, E.M.S. da e BOMFIM, G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1197-1201, dez. 2005.

CRUZ-BARROS, M.A.V. da e GRANITO, C.R. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Flacoutiaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 22, n. 1/2, p. 135-140, 16 fig., 1995.

CRUZ-BARROS, M.A.V. da e GRANITO, C.R. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Anacardiaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v.24, n. 1, p. 175-178, 14 fig., 1997.

CRUZ-BARROS, M.A.V. da e SOUZA, L.N. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Piperaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 77-85, 41 fig., 2005.

CRUZ-BARROS, M.A.V. da; CORRÊA, A.M. da S. e AMORIM, F.A. de. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Cucurbitaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 697-704, 35 fig., 2011.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Curitiba: gestão ambiental**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, [2006?].

ELTZ, T.; BRÜHL, C.A.; KAARS, S. van der; LINSENMAIR, K.E. Determinants of stingless bee nest density in lowland dipterocarp forests of Sabah, Malaysia. **Oecologia**, v. 131, p. 27-34, 2002.

ELTZ, T.; BRÜHL, C.A.; ZAMRIE, I. & LINSENMAIR, K.E. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forests management. **Forest Ecology and Management**, v. 172, p. 301-313, 2003.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, v. 54, p. 561-564, 1960.

FAEGRI, K. e PIJL, V. D. **The principles of pollination ecology**. Oxford, UK: Pergamon Press, 1979.127 p.

FEIDEN, A. **Desenvolvimento da colônia e hábito da abelha jataí (*Tetragonisca angustula angustula* Latreille) em duas Florestas Estacionais Semidecíduais**. 1994. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R. e THOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.

FERREIRA, D.L.; ROSA, A.S. e BLOCHTEIN, B. Recompensas alimentares para abelhas sociais e polinização entomófila de *Cupania vernalis* (Sapindaceae) em fragmento de Mata Atlântica. *In*: FERREIRA, D.L. **Interações entre *Cupania vernalis* Camb. (SAPINDACEAE) e insetos antófilos em fragmentos florestais no sul do Brasil**. 2009. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FERREIRA, F.M.C. **Polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação**. 2008. 89p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

FERREIRA JUNIOR, N.T.; BLOCHTEIN, B. e MORAES, J.F. de. Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the stingless bee *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in na Araucaria forest área in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 630-636, dez. 2010.

FIDALGO, A. de O. e KLEINERT, A. de M.P. Floral preferences and climate influence in nectar and pollen foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 879-884, 2010.

FOWLER, H.G. Responses by a stingless bee to a subtropical enviroment. **Revista de Biología Tropical**, v. 27, n. 1, p. 111-118, 1979.

FREITAS, B.M.; RIBEIRO, M. de F.; GUIMARÃES, M. de O.; PACHECO, W.F.; MILFONT, M. de O. e NEPOMUCENO, R.C. Atividade externa e coleta de recursos em ninhos naturais por campeiras da abelha canudo *Scaptotrigona bipunctata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Jaboticabal, SP: SBZ/Unesp, 2007.

GALLAI, N.; SALLES, J.-M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821, 2009.

GIULIETTI, A.M. (ed.). **Apium plantae**. Recife: IMSEAR, 2006. V.3.

HENRIQUES, R.P.B. Nest density of *Trigona spinipes* (F.) (Hymenoptera, Apidae) in cerrado vegetation of central Brazil. **Journal of Tropical Biology**, v. 44, n. 3, dez. 1996.

HILÁRIO, S.D., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. e KLEINERT, A. de M.P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (APIDAE, MELIPONINAE). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 2, p. 299-306, 2000.

HILÁRIO, S.D., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. e KLEINERT, A. de M.P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt.*) (APIDAE, MELIPONINAE). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 299-306, 2001.

HILÁRIO, S.D., RIBEIRO, M. de F. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 135-143, 2007a.

HILÁRIO, S.D., RIBEIRO, M. de F. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Efeito do vento sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 225-232, 2007b.

HUBBELL, S.P. e JOHNSON, L.K. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. **Ecology**, v. 58, p. 949-963, 1977.

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

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M. e JONG, D. de. (eds.). **Bees as pollinators in Brazil**: assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora, 2006. 112 p.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP)**. Estação Meteorológica: Curitiba-PR (OMM: 83842), dados de 01 jan. 2005 a 01 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 22 out. 2013.

INOUE, T.; NAKAMURA, K.; SALMAH, S. e ABBAS, I. Population dynamics of animals in unpredictably-changing tropical environment. **Journal of Biosciences**, v. 18, n. 4, p. 425-455, dez. 1993.

JACCARD, P. The distribution of the flora in the Alpine Zone. **The New Phytologist**, v. 11, n. 2, fev. 1912.

JARDIM, C.H. Relações entre temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica em área urbana: comparação horária entre dois bairros no município de

São Paulo-SP. **Geografias**, Belo Horizonte, MG, v. 7, n. 1, p. 128-142, jan.-jun. 2011.

KERR, W.E. Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenopteros em geral e dos Apinae sociais em particular. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz**, v. 8, p. 219-354, 1951.

KERR, W.E. Meliponicultura: A importância da meliponicultura para o país. **Biociência**, v. 1, n. 3, p. 42-44, 1997.

KEVAN, P.G. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (org.). **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. 2. ed. Brasília, DF: MMA, 2006. 313 p.

KLEIN, R.M. e HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a Planta Fitogeográfica do município de Curitiba e arredores (Paraná). **Boletim da Universidade do Paraná – Geografia Física**, n. 4, dez. 1962.

KLUSER, S. e PEDUZZI, P. **Global pollinator decline: a literature review**. Geneva, Switzerland: UNEP/GRID-Europe. 2007. 10p. Disponível em: <[http://www.grid.unep.ch/products/3\\_Reports/Global\\_pollinator\\_decline\\_literature\\_review\\_2007.pdf](http://www.grid.unep.ch/products/3_Reports/Global_pollinator_decline_literature_review_2007.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2013.

LIOW, L.H. Bee diversity along a gradient of disturbance in tropical lowland forests of Southeast Asia. **CBM: Skriftserie**, Uppsala, n. 3, p. 101-130, 2001.

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

LUZ, C.F.P. da; FERNANDES-SALOMÃO, T.M.; LAGE, L.G.A.; RESENDE, H.C.; TAVARES, M.G. e CAMPOS, L.A. de O. Pollen sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: an endangered Brazilian stingless bee. **Psyche**, v. 2011, ID do artigo 107303, 7 p., 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2011/107303>>. Acesso em: 29 out. 2013.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.

MAIA-SILVA; SILVA, C.I. da; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T. de e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/livro\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/arquivos/livro_203.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2013.

MARCHI, P. e MELO, G.A.R. Revisão taxonômica das espécies brasileiras de abelhas do gênero *Lestrimelitta* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponina). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 6-30, mar. 2006.

MARTINS, A.C.L.; RÊGO, M.M.C.; CARREIRA, L.M.M. e ALBUQUERQUE, P.M.C. de. Espectro polínico de mel de tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 183-190, 2011.

MARTINS, F.Q. e BATALHA, M.A. Vertical and horizontal distribution of pollination systems in Cerrado fragments of Central Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 3, p. 503-514, 2007.

MAURIZIO, A. e LOUVEAUX, J. **Pollen de plantes mellifères d'Europe**. Paris: Union des Groupements AF, 1965. 148p.

MELHEM, T.S. e CORRÊA, A.M. da S. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Convolvulaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 14, p. 15-24, 47 fig., 1987.

MENEZES, C.; SILVA, C.I. da; SINGER, R.B. e KERR, W.E. Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 63-69, nov. 2007.

MICHENER, C.D. **The social behavior of the bees: a comparative study**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1974. 404 p.

MICHENER, C.D. Biogeography of the bees. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, n. 3, p. 277-347, 1979. Disponível em: <<http://biostor.org/reference/12197>>. Acesso em: 30 set. 2013.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2000. 913 p.

MIRANDA, A.S.; LUZ, C.F.P. da e CAMPOS, L.A. de O. Quais as plantas poliníferas visitadas por *Melipona quadrifasciata* Lep. na região de Viçosa – MG? In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço, MG. **Anais...** Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009. Disponível em: <[http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/1040.pdf](http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/1040.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2013.

MODRO, A.F.H. **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG**. Viçosa, MG: 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Viçosa.

MOLAN, P. The limitations of the methods of identifying the floral source of honeys. **Bee World**, v. 79, n. 2, p. 59-68, 1998.

MOMOSE, K.; YUMOTO, T.; NAGAMITSU, T.; KATO, M.; NAGAMASU, H.; SAKAI, S.; HARRISON, R.D.; ITIOKA, T.; HAMID, A.A. e INOUE, T. Pollination biology in a Lowland Dipterocarp Forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a Lowland Dipterocarp Forest. **American Journal of Botany**, v. 85, n. 10, p. 1477-1501, 1998.

MORETI, A.C. de C.C.; FONSECA, T.C.; RODRIGUEZ, A.P.M.; MONTEIRO-HARA, A.C.B.A. e BARTH, O.M. Fabaceae forrageiras de interesse apícola. Aspectos botânicos e polínicos. **Boletim Científico**, Instituto de Zootecnia, 13, mai. 2007. (Série Pesquisa APTA).

MOUGA, D.M.D.S. e DEC, E. **Catálogo polínico de plantas medicinais apícolas**. Florianópolis: DIOESC, 2012. 156p.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Willey, 1974. 547 p.

NIEH, F.C.; BARRETO, L.S.; CONTRERA, F.A.L. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Olfactory eavesdropping by a competitively foraging stingless bee, *Trigona spinipes*, **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 271, 1633-1640, 2004.

NIEH, F.C.; KRUIZINGA, K.; BARRETO, L.S.; CONTRERA, F.A.L. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Effect of group size on the aggression strategy of an extirpating stingless bee, *Trigona spinipes*. **Insectes Sociaux**, v. 52, p. 147-154, 2005.

NOGUEIRA-NETO, P. Notas bionômicas sobre meliponíneos: III Sobre a enxameagem. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 24, p. 419-451, 1954.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo : Nogueirapis, 1997. 445p.

NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. e AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de Cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, Suplemento 1, p. 45-51, nov. 2007.

O'HARA, K.L. e GERSONDE, R.F. Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. **Forestry**, v. 77, n. 2, p. 131-143, 2004.

OLIVEIRA, M.L.; MORATO, E.F. e GARCIA, M.V.B. Diversidade de espécies e densidade de ninhos de abelhas sociais sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) em floresta de terra firme na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 13-24, 1995.

PARANÁ. IAP (Instituto Ambiental do Paraná). Portaria IAP nº 095, de 22 mai. 2007. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, n. 7479, p.14-15, 25 de mai. 2007.

PEGORARO, A. e CARPANEZZI, A.A. Avaliação do potencial melífero de bracatinga. **Agrárias**, Curitiba, PR, v. 14, n. 1-2, p. 167-172, 1995.

PEGORARO, A. & ZILLER, S.R. Valor apícola das espécies vegetais de duas fases sucessionais da Floresta Ombrófila Mista, em União da Vitória, Paraná - Brasil. **Boletim de Pesquisas Florestais**, Colombo, PR, n. 47, p. 69-82, jul./dez. 2003.

PIERROT, L.M. e SCHLINDWEIN C. Variation in daily activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 565-571, dez. 2003.

PICK, R.A. e BLOCHTEIN, B. Atividade de vôo de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) durante o período de postura da rainha e em diapausa. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 827-839, 2002.

PIRANI, J.R. e CORTOPASSI-LAURINO, M. (coord.). **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 1993. 192p.

PRIMACK, R.B. e RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, PR: E. Rodrigues, 2001. 328 p.

ODUM, E.P. e BARRETT G.W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612p.

RAMALHO, M. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. **Acta Botanica Brasilica**, SP, v. 18, n. 1, p. 37-47, 2004.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. E GIANNINI, T.C. Within-colony size variation of foragers and pollen load capacity in the stingless bee *Melipona quadrifasciata antidioides* Lepeletier (Apidae, Hymenoptera). **Apidologie**, v.29, n. 3, p. 221-228, 1998.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. e IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. **Apidologie**, v. 20, p. 185-195, 1989.

RIBEIRO, R.M. e SILVEIRA, M.A.T. Planejamento Urbano, Lazer e Turismo: os parques públicos em Curitiba – PR. **Turismo - Visão e Ação**, v. 8, n. 2, p. 309-321, mai./ago. 2006.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Rio de Janeiro, RJ: Âmbito Cultural Edições Ltda., 1997.

ROCHA, M.C. de L. e S. de A. **Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil**: proposta metodológica de acompanhamento. Brasília, DF: Ibama, 2012. 88 p.

RODRIGUES, J.B. **Uso e partição de recursos alimentares de abelhas sociais nativas em um remanescente florestal e seu entorno no município de Siderópolis, Santa Catarina**. Criciúma, SC: 2008. 44 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

ROUBIK, D.W. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panamá (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 56, n. 3, p. 327-355, 1983.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. New York: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2006, p. 124-143, 2006.

ROUBIK, D.W. e MORENO, J.E.P. **Pollen and spores of Barro Colorado Island**. Monographs in Systematics Botany, v. 36, Missouri: Missouri Botanical Garden, 1991. 268p.

SAKAGAMI, S.F. e FUKUDA, H. Wild bee survey at the campus of Hokkaido University. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University, Series VI. Zoology**, v. 19, n. 1, p. 190-250, 1973.

SAMEJIMA, H.; MARZUKI, M.; NAGAMITSU, T. e NAKASIZUKA, T. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological conservation**, v. 120, p. 577-587, 2004.

SANTOS, F.M. dos; CARVALHO, C.A.L. de e SILVA, R.F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 319-328, 2004.

SARTO, M.C.L. del; PERUQUETTI, R.C. e 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, n. 2, p. 260-266, abr. 2005.

SCHWARTZ-FILHO, D.L.; LAROCA, S.; MALKOWSKI, S.R. Abelhas. *In*: MIKICH, S.B. e R.S. BÉRNILS. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004.

SCHWARZ, H.F. Stingless bees (Meliponidae) of the western hemisphere. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 90, 1948.

SERRA, B.D.V.; DRUMMOND, M.S.; LACERDA, L. de M. e AKATSU, I.P. Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de cerrado do Maranhão. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 1, p. 12-17, mar. 2009.

SERRA, B.D.V.; LUZ, C.F.P. da e CAMPOS, L.A. de O. The use of polliniferous resources by *Melipona capixaba*, na endangered stingless bee. **Journal of Insect Science**, v. 12, art. 148, 2012. Disponível em: <<http://www.insectscience.org/12.148>>. Acesso em: 29 out. 2013.

SHEPHERD, G.J. **FITOPAC 2.1**: Manual de usuário. Departamento de Botânica: UNICAMP, 2010.

SILVA, D.A.T. da. **Caracterização da distribuição e riqueza de ninhos de Apini (HYMENOPTERA, APIDAE) eussociais no contexto de um remanescente de**

**Floresta Ombrófila Mista, Estação Experimental Canguiri, Pinhas-PR.** Curitiba, PR: 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, F. de A. S. e. **ASSISTAT**: assistência estatística – versão 7.6 beta (pt). Campina Grande, PB: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – Universidade Federal de Campina Grande. *Software* de distribuição gratuita (atualizado em 06 jun. 2013), 2013. Disponível em: <http://www.assistat.com/indexp.html>.

SILVA, L.K. da; PAULA, M.C.Z. de; ZIMMERMANN, M.L. e HEFLER, S.M. Study of the interactions between insects and *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) in área of plant succession, campus of the Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo, Brazil. **Estudos de Biologia**, v. 31, n. 73/74/75, p. 59-66, jan./dez. 2009.

SILVA, C.I. da; BALLESTEROS, P.L.O.; PALMERO, M.A.; BAUERMANN, S.G.; EVALDT, A.C.P. e OLIVEIRA, P.E. **Catálogo polínico**: palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. Uberlândia: EDUFU, 2010. 154p.

SILVA, M.D. e; MONTEIRO, D.; SILVA, M.; OLIVEIRA, R.B.; QUEIROZ, M.V.M. de e SANTOS, J.F. dos. Padrão de distribuição espacial de ninhos de *Meliponini* (Hymenoptera: Apidae) em função da disponibilidade de recursos para nidificação em um fragmento de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 24, número especial, p. 91-8, dez. 2012.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R. e ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras**: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253p.

SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F. e MACHADO, S. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Begoniaceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 131-134, 12 fig., 1996.

SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F. e MELHEM, T.S. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): Leguminosae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 115-163, 230 fig., 1997.

SIQUEIRA, E.N.L.; BARTELLI, B.F.; NASCIMENTO, A.R.T. e NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Diversity and nesting substrates of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in a forest remnant. **Psyche**, v. 2012, ID do artigo 370895, 9 p., 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2012/370895>. Acesso em: 19 out. 2013.

SLAA, E.J.; SÁNCHEZ CHAVES, L.A.; MALAGODI-BRAGA, K.S. e HOFSTEDÉ, F.E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, p. 293-315, 2006.

SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L. e ALVES, R.M.O. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 731-737, 2006.

SOUZA, B. de A.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M. de O.; DIAS, C. de S. e CLARTON, L. **Munduri (*Melipona asilvai*): a abelha sestrosa**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / Bruno de A. Souza, 2009. 49 p. (Série Meliponicultura; 7)

SOUZA, B.C.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; PIRANI, F.R.; AZOUBEL, M.L.; GUIBU, L.S. e GIANINNI, T.C. Plantas apícolas de São Paulo e arredores. *In*: PIRANI, J.R. e CORTOPASSI-LAURINO, M. (coord.). **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo: Edusp/Fapesp, 1993. p. 43-56.

SOUZA, S.G.X. de; TEIXEIRA, A.F.R.; NEVES, E.L. das e MELO, A.M.C. de. As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no Campus Federação/Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. **Candombá – Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 57-69, jan./jun. 2005.

SYSTAT SOFTWARE, INC. **SigmaPlot version 10.0**. San Jose, California, USA. Disponível em: <http://www.sigmaplot.com>.

TAURA, H. M. e S. LAROCA. Abelhas altamente sociais (Apidae) de uma área restrita em Curitiba (Brasil): Distribuição dos ninhos e abundância relativa. **Acta Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 20, ns. 1-4, p. 85-101, 1991.

TAURA, H.M. e LAROCA, S. 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 Biologica Paranaense**, Curitiba, v. 30, n. 1- 4, p. 35-137, 2001.

TEIXEIRA, L.V. e CAMPOS, F. de N.M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Zociências**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, p. 195-202, dez. 2005.

TOLEDO, V. de A.A. de; RUBOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; BAITALA, T.V.; COSTA-MAIA, F.M.; PEREIRA, H.L.; HALAK, A.L.; CHAMBÓ, E.D. e MALERBO-SOUZA, D.T. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, PR, v. 12, n. 4, out./dez., p. 236-246, 2013.

VAREJÃO-SILVA, M.A. Meteorologia e climatologia. Versão digital 2. Recife, PE, 2006. Disponível em: [http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf). Acesso em: 21 out. 2014.

VIT, P.; PEDRO, S.R.M. e ROUBIK, D.W. (eds.). **Pot-Honey: a legacy of stingless bees**. New York: Springer, 2013. 697 p.

WALSH, R.S. **Nectar and pollen sources of New Zealand**. Wellington, NZ: National Beekeepers' Association of New Zealand, 1978. 59 p.

WILLE, A. e MICHENER, C.D. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera, Apidae). **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, Costa Rica, v. 21, Suplemento 1, 1973. 278 p.

WONS, I. **Geografia do Paraná**. 6. ed. (atualizada e aumentada) Curitiba: Ed. Ensino Renovado, 1994. 185p.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. (Appendix D, Table D.21, p. 491).

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Lista de espécies: florístico

Lista de espécies observadas durante as campanhas de campo dentro do remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Jardim Botânico de Curitiba e também em seus arredores (Paraná, Brasil). Abreviações para hábito: ab – arbustivo; abe – arbustivo-escandente; av – arbóreo; ave – arbóreo-escandente; ep – epifítico; hb – herbáceo; hp – hemi-parasítico; li – lianóide. Abreviações para local: A – arredores; F – floresta.

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local		
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A	F
1 Acanthaceae	<i>Aphelandra squarrosa</i> Nees	afelandra-zebra	•										•
2	<i>Justicia carnea</i> Lindl.	justícia	•										•
3	<i>Pseuderanthemum riedelianum</i> Nees	-	•										•
4	<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C. Ezcurra	pingo-de-sangue	•										•
5	<i>Sanchezia nobilis</i> Hook.	sanquésia	•										•
6 Adoxaceae	<i>Sambucus australis</i> Cham. & Schtdl.	sabugueiro			•								•
7 Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria cunha</i> Vell.	alstroeméria					•						•
8 Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	pluma	•										•
9 Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	bugreiro			•								•
10	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira			•								•
11 Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schtdl.	ariticum			•								•
12 Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetti</i> A. DC.	alamanda-roxa		•									•
13	<i>Allamanda cathartica</i> L.	alamanda-amarela		•									•
14	<i>Forsteronia leptocarpa</i> (Hook. & Arn.) A.DC.	cipó-de-leite							•				•
15	<i>Peltastes peltatus</i> (Vell.) Woodson	cipó-bênção							•				•
16 Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	voadeira	•										•
17	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	erva-mate	•										•
18 Araceae	<i>Philodendron loefgrenii</i> Engl.	imbé					•						•
19 Araliaceae	<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	tamanqueira			•								•
20 Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	araucaria			•								•
21 Arecaceae	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i> H. Wendl. & Drude	palmeira-real-australiana			•							•	
22	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmito			•								•
23	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	jerivá			•							•	•
24 Asteraceae	<i>Baccharis anomala</i> DC.	parreirinha		•									•
25	<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	agulheiro			•								•
26	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	cambará			•								•
27	<i>Podocoma notobellidiastrum</i> (Griseb.) G.L. Nesom	-					•						•
28	<i>Pentacalia desiderabilis</i> (Velloso) Cuatrec.	catião-trepador							•				•
29	<i>Senecio grandis</i> Gardner	-					•						•
30	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	vedélia					•						•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local	
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A
31 Asteraceae	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	botão-de-ouro							•			•
32	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	vassourão-preto			•							•
33	<i>Mikania hirsutissima</i> Buchtien	cipó-cabeludo								•		•
34	<i>Mikania glomerata</i> Spreng.	guaco								•		•
35 Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	maria-sem-vergonha							•			•
36 Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.	begonia-ornamental							•		•	
37 Bignoniaceae	<i>Cuspidaria convoluta</i> (Vell.) A.H. Gentry	cipó								•		•
38	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) K. Schum.	trombeta-chinesa								•		•
39	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	ipê-verde			•							•
40	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	ipê-amarelo			•							•
41	<i>Handroanthus crhysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-amarelo			•							•
42	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	ipê-roxo			•							•
43	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	caroba			•							•
44	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	unha-de-gato								•		•
45	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A. Gentry	pente-de-macaco								•		•
46	<i>Podranea ricasoliana</i> (Tanfani) Sprague	sete-léguas								•		•
47	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	cipó-de-são-joão								•		•
48	<i>Spathodea nilotica</i> Seem	espatódea			•							•
49 Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	guanhumá			•							•
50 Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	louro-pardo			•							•
51 Bromeliaceae	<i>Aechmea recurvata</i> (Klotzsch) L.B. Sm.	gravatá										•
52	<i>Billbergia nutans</i> H.Wendl. ex Regel	bromélia										•
53	<i>Platyaechmea distichantha</i> (Lem.) L.B. Sm. & W.J. Kress	gravatá										•
54	<i>Tillandsia stricta</i> Solander	cravo-do-mato										•
55	<i>Vriesea reitzii</i> Leme & Costa, Andrea	bromélia										•
56 Cactaceae	<i>Lepismium houlettianum</i> (Lem.) Barthlott	cacto										•
57	<i>Lepismium warmingianum</i> (Schulmann) W. Barthlott	cacto										•
58	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	comambaia										•
59	<i>Hatiora salicornioides</i> (Haworth) Britton & Rose	camambaia										•
60 Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	pimenteira			•							•
61 Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	esporão-de-galo				•						•
62 Cannaceae	<i>Canna</i> sp.	beri							•			•
63 Caprifoliaceae	<i>Abelia x grandiflora</i> (Rovelli ex André) Rehder	abélia	•									•
64	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	madressilva								•		•
65 Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	congonha-do-banhado			•							•
66	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	congonha			•							•
67 Celastraceae	<i>Pristimera celastroides</i> (Kunth) A.C. Sm.	cipó								•		•
68	<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	espinheira-santa			•							•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local		
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A	F
69 Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	carne-de-vaca			•								•
70 Commelinaceae	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	trapoeraba-branca					•						•
71 Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	jetirana							•			•	
72 Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	guaperê			•								•
73 Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	cipó							•				•
74	<i>Dioscorea multiflora</i> Griseb.	japecanga							•				•
75 Elaeocarpaceae	<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	sapopema			•								•
76 Ericaceae	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	azaléia	•										•
77 Euphorbiaceae	<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	sanguinho			•								•
78	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	leiteiro			•								•
79	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiteirinho			•								•
80	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilho			•								•
81 Fabaceae	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	acácia-negra			•								•
82	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	monjoleiro			•								•
83	<i>Phanera microstachya</i> (Raddi) L.P. Queiroz	cipó-escada							•				•
84	<i>Bauhinia variegata</i> L.	pata-de-vaca			•								•
85	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	esponjinha	•										•
86	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	esponjinha-vermelha	•										•
87	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	jacarandá			•								•
88	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	cipó-estribo							•				•
89	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	corticeira-do-banhado			•								•
90	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	suinã			•								•
91	<i>Inga lentiscifolia</i> Benth.	ingá			•								•
92	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	farinha-seca			•								•
93	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva			•								•
94	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	maricá			•								•
95	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga			•								•
96	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	robínia			•								•
97	<i>Senegalia bonariensis</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger	cipó-unha-de-gato							•				•
98	<i>Senna corymbosa</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	fedegoso	•										•
99	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	chuva-de-ouro			•								•
100	<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	canudo-de-pito			•								•
101	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	pau-cigarra			•								•
102	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	tipuana			•								•
103	<i>Trifolium repens</i> L.	trevo-branco							•				•
104	<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC.	glicínia							•				•
105 Gesneriaceae	<i>Nematanthus wettsteinii</i> (Fritsch) H.E. Moore	peixinho											•
106	<i>Sinningia douglasii</i> (Lindl.) Chautems	rainha-do-abismo											•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local		
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A	F
107 Iridaceae	<i>Dietes bicolor</i> Sweet ex Klatt	moréia-bicolor							•			•	
108 Lamiaceae	<i>Plectranthus barbatus</i> Andr.	falso-boldo							•			•	
109	<i>Salvia guaranitica</i> A. St.-Hil. ex Benth.	sálvia-azul	•									•	
110	<i>Salvia melissaeflora</i> Benth.	-							•			•	
111	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã				•							•
112 Lauraceae	<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Nees) Kosterm.	canela-alho				•							•
113	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo				•							•
114	<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	canela-fedida				•							•
115	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	canela				•							•
116	<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	canela-fedida				•							•
117	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	imbuia				•							•
118	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	canela-guaicá				•							•
119	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-lageana				•							•
120	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees & Mart. ex Nees	canela-amarela				•							•
121	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	canela-amarela				•							•
122	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canela-preta				•							•
123 Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	salta-martinho					•						•
124 Loranthaceae	<i>Tripodanthus acutifolius</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	erva-de-passarinho							•			•	
125 Lythraceae	<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schldl.	dedaleiro				•							•
126 Malpighiaceae	<i>Heteropterys cf. intermedia</i> (A. Juss.) Griseb.	cipó								•			•
127 Malvaceae	<i>Abutilon megapotamicum</i> (Spreng.) A. St.-Hil. & Naudin	lanterninha-chinesa		•									•
128	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	paineira				•							•
129	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	hibisco				•							•
130	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo				•							•
131	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	malvavisco	•										•
132	<i>Pavonia sepium</i> A.St.-Hil.	carrapicho							•				•
133 Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	pixirica							•				•
134	<i>Tibouchina moricandiana</i> Baill.	quaresmeira				•						•	
135	Melastomataceae 1	-							•			•	
136	Melastomataceae 2	-							•				•
137	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	pixirica	•										•
138	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	pixirica				•							•
139 Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana				•							•
140	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro				•							•
141	<i>Melia azedarach</i> L.	cinamomo				•						•	
142 Monimiaceae	<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	pimenteirinha				•							•
143 Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira-mata-pau				•							•
144	<i>Morus nigra</i> L.	amoreira				•							•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local			
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A	F	
145	Myrtaceae	<i>Callistemon sp.</i>				•							•	
146		<i>Calyptrocalyx concinna</i> DC.				•								•
147		<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg				•								•
148		<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg				•								•
149		<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Mart. ex O. Berg				•								•
150		<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & Landrum				•								•
151		<i>Eucalyptus sp.</i>				•							•	
152		<i>Myrceugenia acutiflora</i> (Kiaersk.) D. Legrand & Kausel				•								•
153		<i>Eugenia uniflora</i> L.				•								•
154		<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.				•								•
155		<i>Eugenia pluriflora</i> DC.				•								•
156		<i>Myrcia cf. amazonica</i> DC.				•								•
157		<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.				•								•
158		<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand				•								•
159		<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.				•								•
160		<i>Myrcia rostrata</i> DC.				•								•
161		<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel				•								•
162		<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts				•								•
163		<i>Psidium cattleianum</i> Sabine				•								•
164	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd						•						•
165		<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy						•						•
166	Oleaceae	<i>Chionanthus filiformis</i> (Vell.) P.S. Green				•								•
167		<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	•											•
168		<i>Jasminum nitidum</i> Skan									•			•
169		<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton				•								•
170	Onagraceae	<i>Fuchsia regia</i> (Vell.) Munz						•						•
171		<i>Ludwigia cf. tomentosa</i> (Cambess.) H.Hara									•			•
172	Orchidaceae	<i>Acianthera cryptophoranthoides</i> (Loefgr.) F. Barros							•					•
173		<i>Acianthera hygrophila</i> (Barb. Rodr.) Pridgeon & M.W. Chase							•					•
174		<i>Acianthera luteola</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W. Chase							•					•
175		<i>Acianthera sonderana</i> (Rchb. f.) Pridgeon & M.W. Chase							•					•
176		<i>Brasiliorchis picta</i> (Hook.) R.B. Singer, S. Koehler & Carnevali							•					•
177		<i>Campylocentrum aromaticum</i> Barb. Rodr.							•					•
178		<i>Campylocentrum grisebachii</i> Cogn.							•					•
179		<i>Capanemia micromera</i> Barb. Rodr.							•					•
180		<i>Capanemia therezae</i> Barb. Rodr.							•					•
181		<i>Gomesa loefgrenii</i> (Cogn.) M.W. Chase & N.H. Williams							•					•
182		<i>Gomesa recurva</i> (R. Br.)							•					•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito						MMM	Local			
			ab	abe	av	ave	ep	hb		hp	li	A	F
183	Orchidaceae	<i>Grandiphyllum pulvinatum</i> (Lindl.) Docha Neto						•					•
184		<i>Leptotes unicolor</i> Barb. Rodr.						•					•
185		<i>Mesadenella cuspidata</i> (Lindl.) Garay							•				•
186		<i>Trichocentrum pumilum</i> (Lindl.) M.W. Chase & N.H.						•					•
187		Orchidaceae 1						•					•
188		Orchidaceae 2						•					•
189	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.							•			•	
190		<i>Oxalis corymbosa</i> DC.							•			•	
191	Passifloraceae	<i>Passiflora actinia</i> Hook.									•		•
192	Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.							•				•
193	Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.											•
194	Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.										•	•
195	Piperaceae	<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst.) Hook. & Arn.							•				•
196		<i>Peperomia trineura</i> Miq.							•				•
197		<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth											•
198		<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth) Steud.											•
199		<i>Piper</i> sp.											•
200	Plantaginaceae	<i>Antirrhinum majus</i> L.										•	
201		<i>Plantago tomentosa</i> Lam.											•
202	Poaceae	<i>Pseudechinolaena polystachia</i> (Kunth) Stapf											•
203	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L.											•
204		<i>Persicaria capitata</i> (Buch.-Ham. ex D.Don) H.Gross											•
205		<i>Polygonum</i> sp.											•
206	Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch											•
207	Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.											•
208		<i>Scutia buxifolia</i> Reissek											•
209	Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.											•
210		<i>Prunus serrulata</i> Lindl.											•
211		<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.											•
212		<i>Rubus erythrocladus</i> Mart. ex Hook.f.											•
213	Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.											•
214		<i>Diodia brasiliensis</i> Spreng.											•
215		<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schltl.											•
216		<i>Manettia coccinea</i> (Aubl.) Willd.											•
217		<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltl.) Wawra											•
218		<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg.											•
219	Rutaceae	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman											•
220		<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.											•

continua...

continuação...

Família	Espécie	Nome comum	Hábito							MMM	Local	
			ab	abe	av	ave	ep	hb	hp		li	A
221	<i>Citrus sp.</i>	-			•							•
222 Salicaceae	<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	farinha-seca			•							•
223 Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	guaçatunga-branca			•							•
224	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga			•							•
225	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	guaçatunga-vermelha			•							•
226	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatunga-preta			•							•
227	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-bravo			•							•
228	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	sucará			•							•
229 Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	vacum			•							•
230	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	vacum	•									•
231	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	vacum	•									•
232	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	cuvatã			•							•
233	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado			•							•
234	<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	árvore-da-china			•						•	
235	<i>Serjania laruttea</i> Cambess.	cipó-timbó-açu							•			•
236 Simaroubaceae	<i>Picrasma crenata</i> Engl. in Engl. & Prantl	pau-amargo			•							•
237 Smilacaceae	<i>Smilax sp.</i>	japecanga							•			•
238 Solanaceae	<i>Brunfelsia pauciflora</i> (Cham. & Schlttd.) Benth.	manacá-de-cheiro	•								•	•
239	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	manacá-de-cheiro	•								•	•
240	<i>Capsicum flexuosum</i> Sendtn.	-	•									•
241	<i>Cestrum bracteatum</i> Lind & Otto	coerana	•									•
242	<i>Solanum cf. compressum</i> L.B. Sm. & Downs	canema-mirim	•									•
243	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	quina			•							•
244	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	canema			•							•
245	<i>Solanum sp. 1</i>	-	•									•
246	<i>Solanum sp. 2</i>	-	•									•
247	<i>Solanum sp. 3</i>	-	•									•
248	<i>Solanum sp. 4</i>	-	•									•
249	<i>Solanum sp. 5</i>	-	•									•
250	<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	esporão-de-galo	•									•
251 Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	cajuja			•							•
252 Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	pau-de-canga			•							•
253	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	maria-mole			•							•
254 Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	embira	•									•
255 Verbenaceae	<i>Duranta vestita</i> Cham.	esporão-de-galo		•								•
256	<i>Lantana camara</i> L.	cambarazinho	•									•
257	<i>Lantana fucata</i> Lindl.	cambará-lilás	•									•
258	<i>Lantana sellowiana</i> Link & Otto	lantana-montevideó	•									•

continua...



## APÊNDICE B – Fotomicrografias

Fotomicrografias dos tipos polínicos encontrados nas amostras de mel e de pólen estocados nas colmeias de *Melipona marginata*, *M. quadrifasciata*, *Plebeia emerina* e *Scaptotrigona bipunctata*, instaladas no interior do remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Jardim Botânico de Curitiba, durante os meses de julho, agosto e setembro de 2011 (Paraná, Brasil).

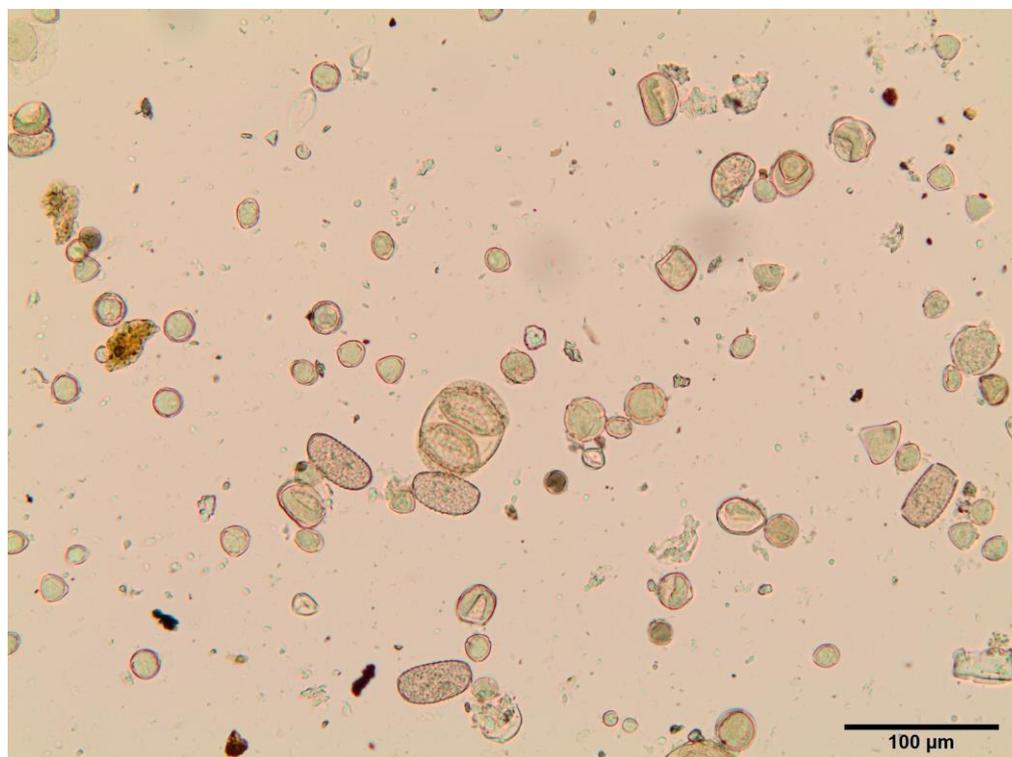


Imagem de uma lâmina do mel estocado de *Plebeia emerina* no mês de agosto, em microscopia.

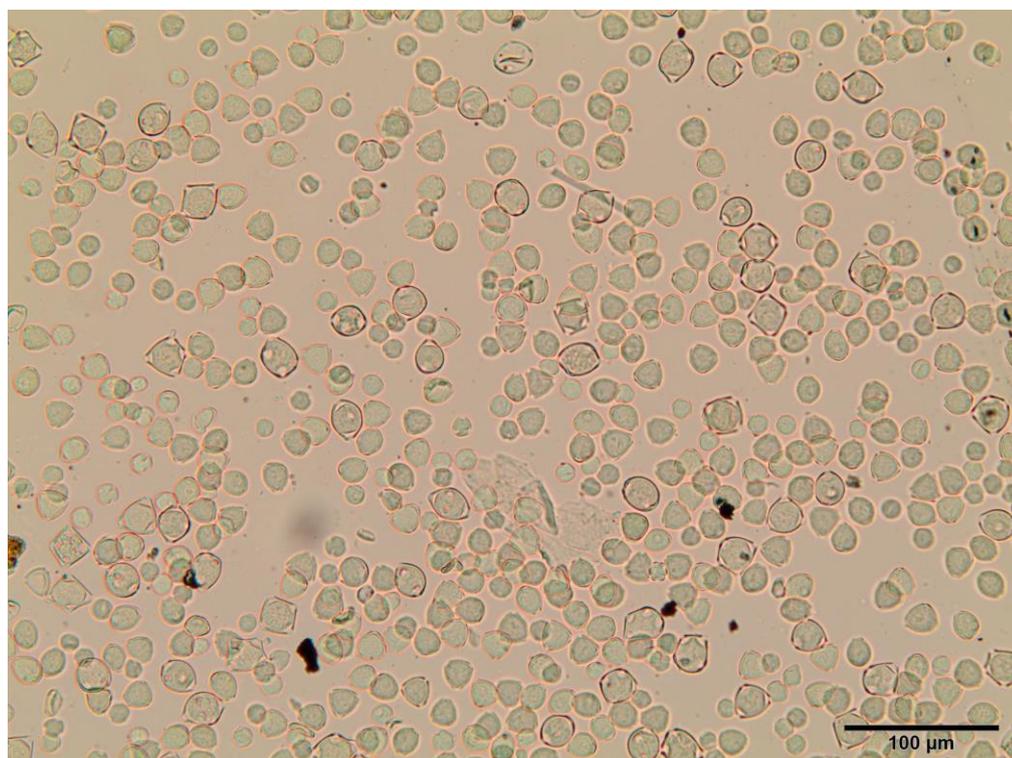
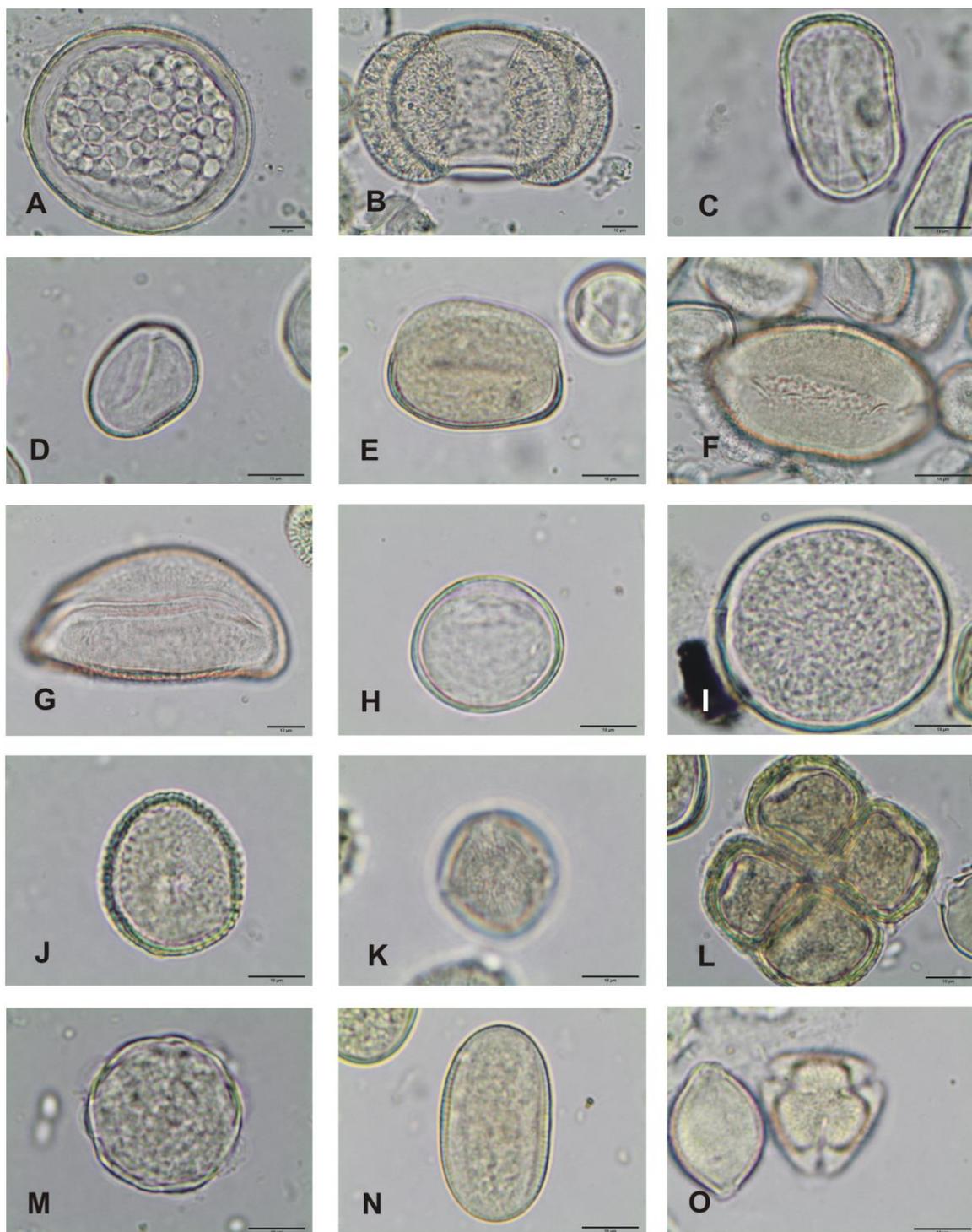
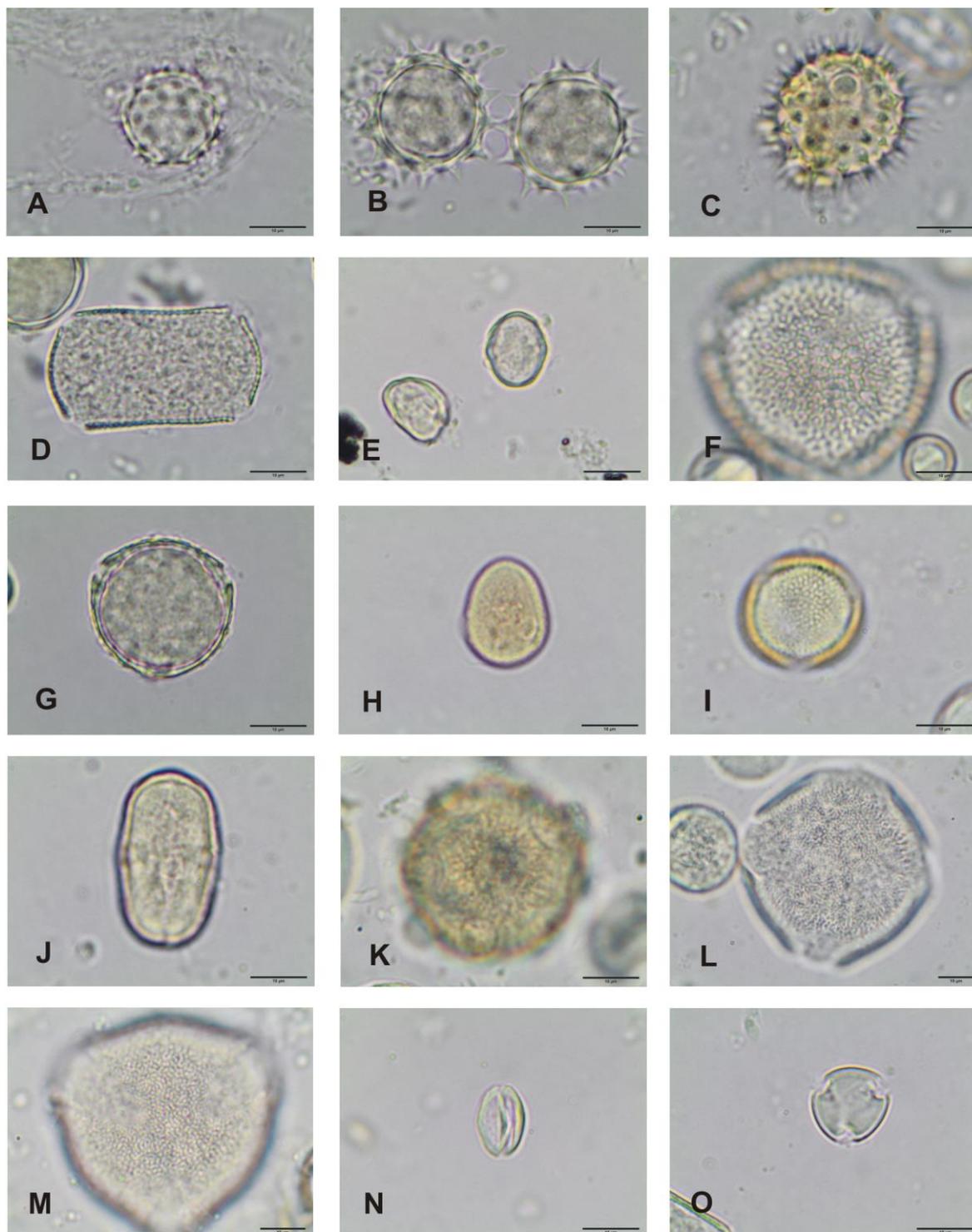


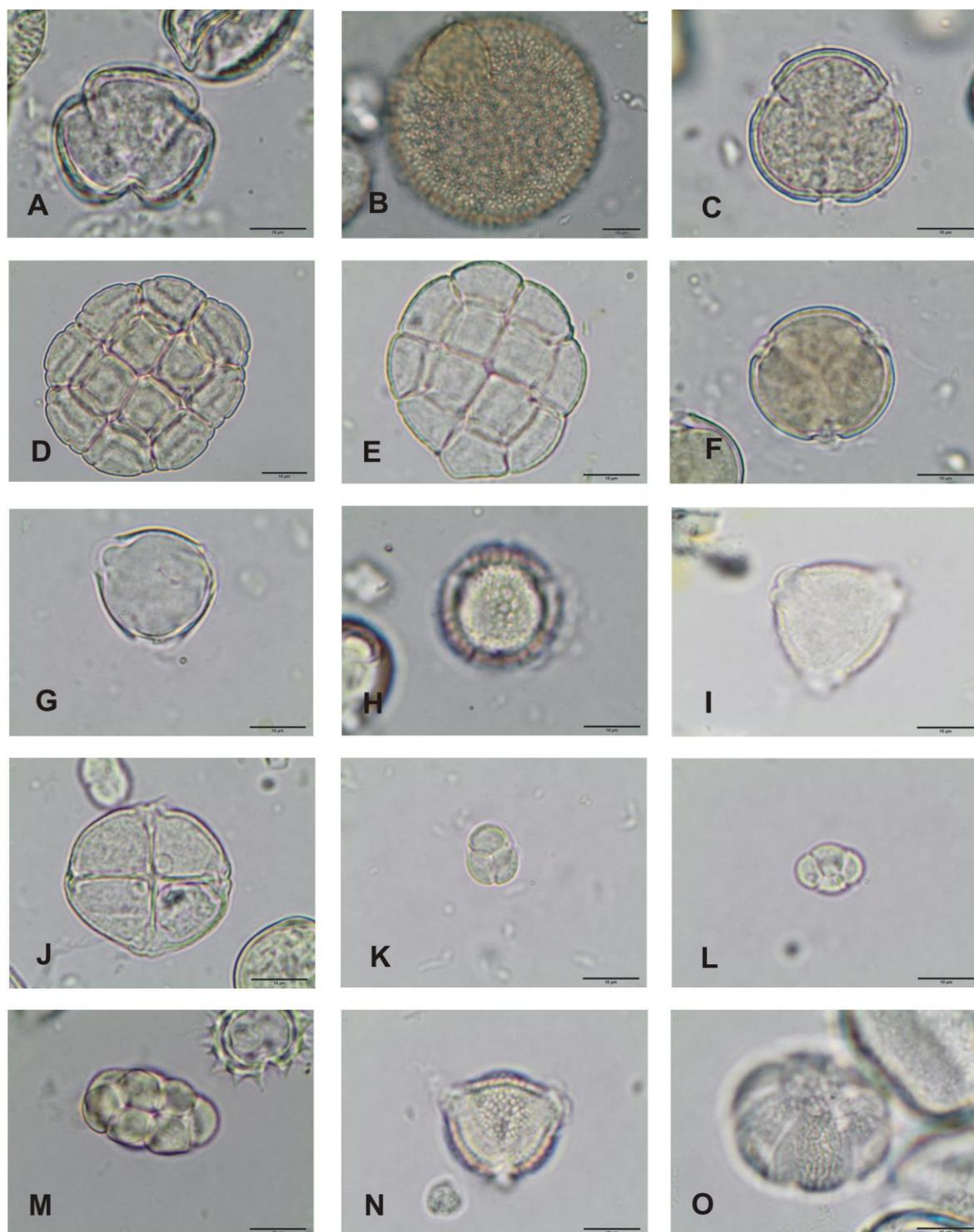
Imagem de uma lâmina do pólen estocado de *Melipona marginata* no mês de agosto, em microscopia.



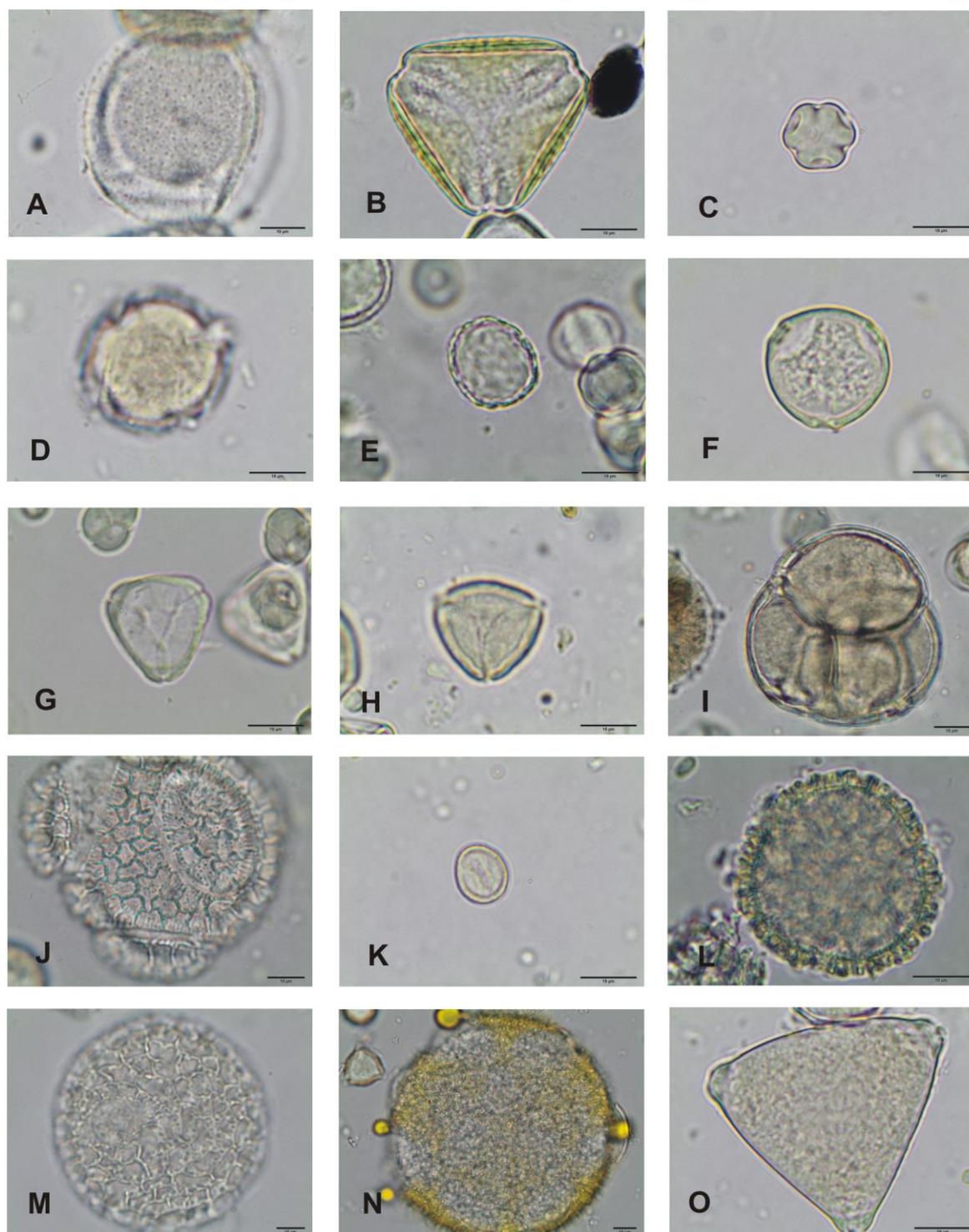
**Prancha 1: Fotomicrografias dos grãos de pólen observados nas amostras de mel e pólen estocados nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (*Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista (Curitiba, Parana, Brasil). Figs. A-B: Gimnospermas. A. Araucariaceae *Araucaria angustifolia*. B. Pinaceae *Pinus*. Figs. C-J: Angiospermas monocotiledôneas. C. Arecaceae *Euterpe/Syagrus*. D. Dioscoreaceae *Dioscorea*. E. Liliaceae *Allium*. F. Tipo monocotiledônea 1. G. Tipo monocotiledônea 2. H. Tipo monocotiledônea 3. I. Poaceae. J. Typhaceae *Typha*. Figs. K-O: Angiospermas eudicotiledôneas. K. Anacardiaceae *Schinus*. L. Annonaceae. M. Apocynaceae *Mandevilla*. N. Araliaceae *Hydrocotyle*. O. Araliaceae *Schefflera*. Escala nas figuras = 10 $\mu$ .**



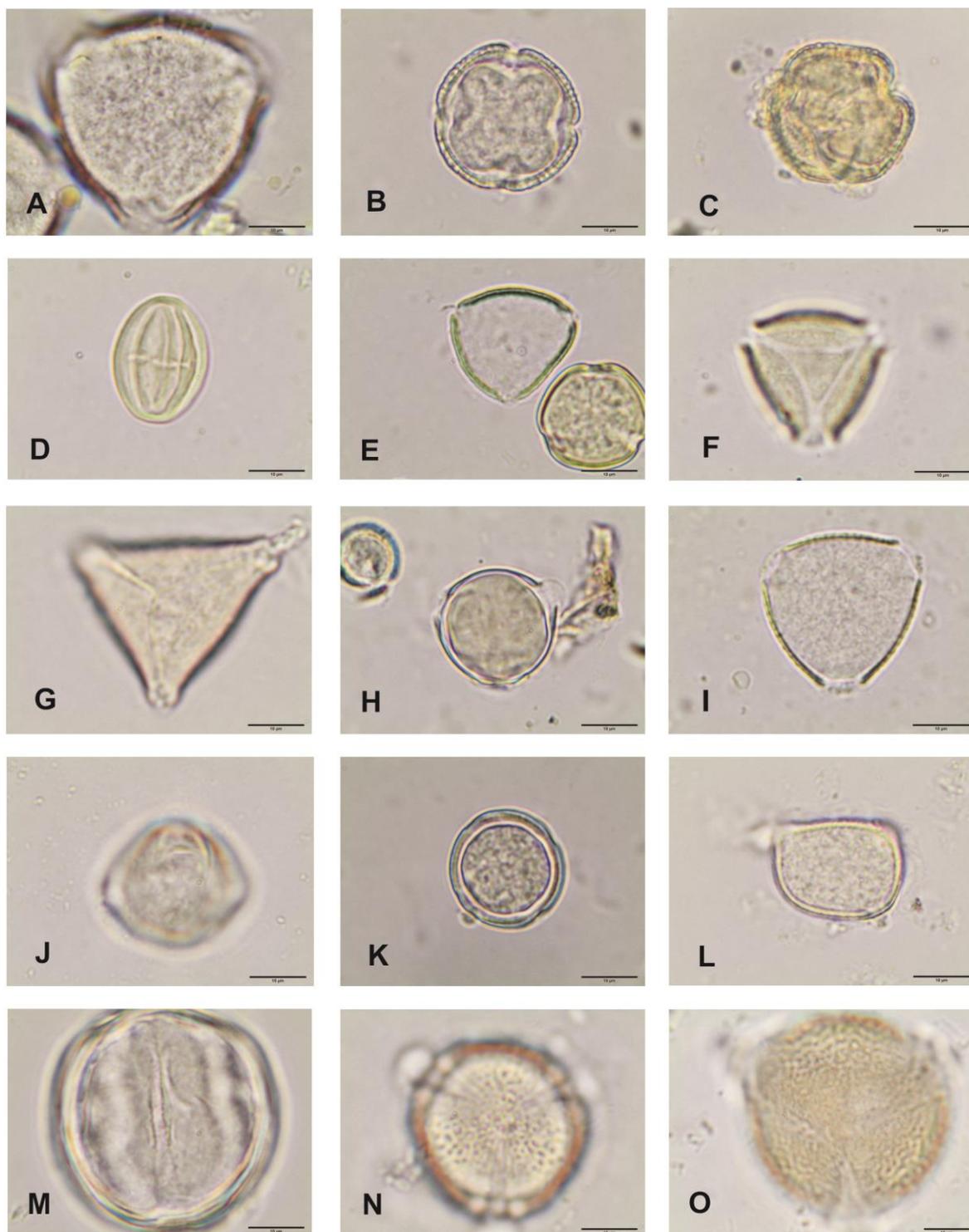
**Prancha 2: Fotomicrografias dos grãos de pólen observados nas amostras de mel e pólen estocados nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (*Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista (Curitiba, Parana, Brasil). Figs. A-O: Angiospermas eudicotiledôneas. A. Asteraceae *Baccharis*. B. Asteraceae *Senecio*. C. Tipo Asteraceae. D. Balsaminaceae *Impatiens*. E. Begoniaceae *Begonia*. F. Tipo Bignoniaceae. G. Boraginaceae *Cordia*. H. Boraginaceae *Echium*. I. Brassicaceae *Brassica*. J. Burseraceae *Protium*. K. Tipo Cactaceae. L. Convolvulaceae *Evolvulus*. M. Convolvulaceae *Merremia dissecta*. N. Cunoniaceae *Lamanonia*. O. Euphorbiaceae *Acalypha*. Escala nas figuras = 10 $\mu$ .**



**Prancha 3: Fotomicrografias dos grãos de pólen observados nas amostras de mel e pólen estocados nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (*Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista (Curitiba, Parana, Brasil). Figs. A-O: Angiospermas eudicotiledôneas. A. Euphorbiaceae *Bernardia*. B. Euphorbiaceae *Croton*. C. Euphorbiaceae *Sebastiania*. D. Fabaceae *Acacia mearnsii*. E. Fabaceae *Anadenanthera*. F. Fabaceae *Bauhinia*. G. Fabaceae *Crotalaria*. H. Fabaceae *Galactia*. I. Fabaceae *Machaerium*. J. Fabaceae *Mimosa selloi*/Schrankia. K. Fabaceae *Mimosa scabrella*. L. Fabaceae *Mimosa verrucosa*. M. Fabaceae *Piptadenia*. N. Fabaceae *Schizolobium*. O. Lamiaceae *Salvia*/Hyptis. Escala nas figuras = 10 $\mu$ .**



**Prancha 4: Fotomicrografias dos grãos de pólen observados nas amostras de mel e pólen estocados nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (*Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista (Curitiba, Parana, Brasil). Figs. A-O: Angiospermas basais e eudicotiledôneas. A. Lauraceae *Ocotea*. B. Loranthaceae. C. Melastomataceae. D. Meliaceae *Melia azedarach*. E. Monimiaceae *Mollinedia clavigera*. F. Moraceae *Morus*. G. Myrtaceae *Eucalyptus*. H. Myrtaceae *Eugenia*. I. Onagraceae *Ludwigia*. J. Passifloraceae *Passiflora actinia*. K. Piperaceae *Piper*. L. Polygonaceae *Polygonum capitatum*. M. Polygonaceae tipo *Polygonum*. N. Portulacaceae *Portulaca*. O. Proteaceae *Roupala*. Escala nas figuras = 10µ.**



**Prancha 5: Fotomicrografias dos grãos de pólen observados nas amostras de mel e pólen estocados nas colmeias de quatro espécies de Meliponina (*Melipona marginata*, *Melipona quadrifasciata*, *Plebeia emerina*, *Scaptotrigona bipunctata*) em um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista (Curitiba, Parana, Brasil). Figs. A-O: Angiospermas eudicotiledôneas. A. Rosaceae *Prunus*. B. Rutaceae *Citrus*. C. Rutaceae *Zanthoxylum*. D. Salicaceae *Casearia sylvestris*. E. Sapindaceae *Allophylus*. F. Sapindaceae *Matayba elaeagnoides*. G. Sapindaceae *Serjania laruotteana*. H. Solanaceae *Solanum*. I. Tropaeolaceae *Tropaeolum*. J. Verbenaceae *Lantana*. K. Não identificado. L. Não identificado. M. Não identificado. N. Não identificado. O. Não identificado. Escala nas figuras = 10 $\mu$ .**

## APÊNDICE C – Levantamento fitossociológico

### Procedimento amostral

Para a caracterização da vegetação foram alocadas 41 parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m) distribuídas sistematicamente ao longo das trilhas da área de estudo e ao longo do pequeno curso d'água ali presente, perfazendo um total aproximado de 4.100 m<sup>2</sup> de amostragem (método de parcelas de MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

A formação Montana foi amostrada com 36 parcelas, dispostas paralelamente às principais trilhas, já existentes no remanescente florestal, de forma que abrangessem toda a área. Como se trata de um fragmento isolado, para tentar diminuir o efeito das bordas, as parcelas foram instaladas a pelo menos 15 m destas. As parcelas foram distanciadas cerca de 20 m entre si, conforme a sinuosidade das trilhas. Para a amostragem da formação Aluvial foram instaladas 5 parcelas, distanciadas 15 m umas das outras e alocadas aproximadamente no centro da planície aluvial (Figura A).

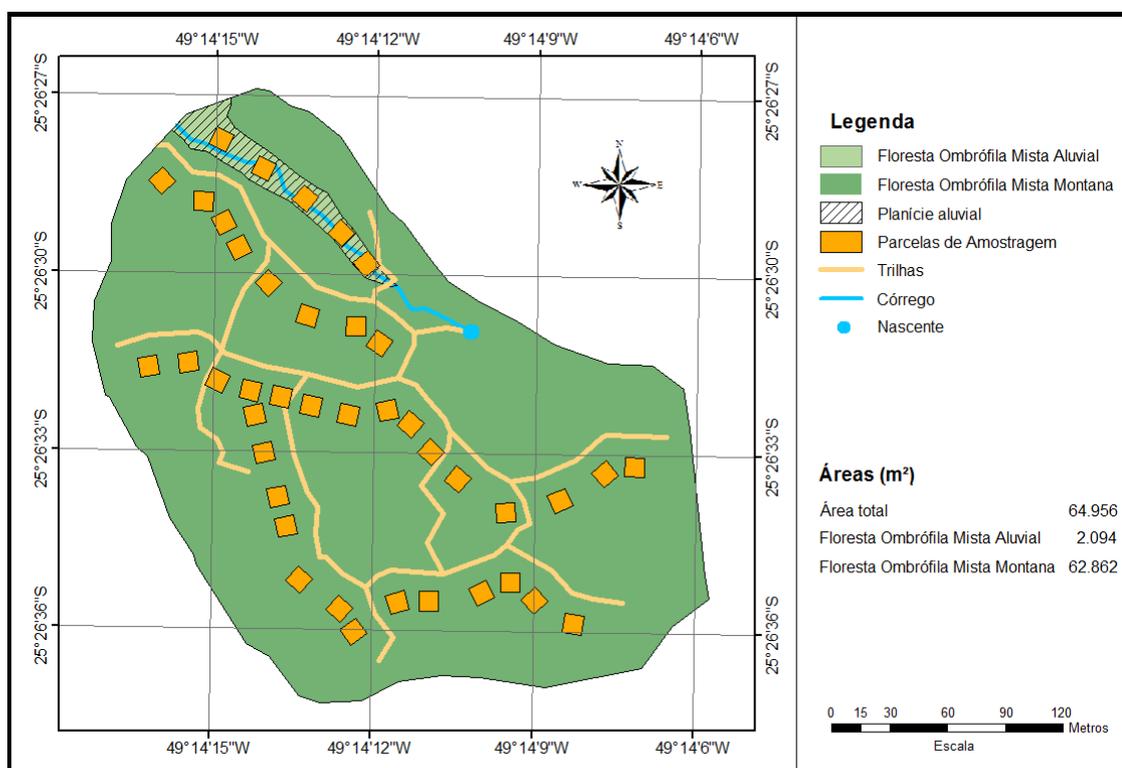


Figura A. Localização das parcelas de amostragem da vegetação arbórea no remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

Nestas parcelas foram medidos e identificados todos os indivíduos arbóreos com DAP (diâmetro à altura do peito = 1,30 m) igual ou superior a 4,77 cm, equivalente a 15,00 cm de PAP (perímetro à altura do peito). Além do DAP, foi estimada a altura total, a altura do ponto de inversão morfológica (PIM), indicada a posição sociológica, a quantidade de troncos abaixo do DAP e a sanidade de cada indivíduo (vivo/morto).

A identificação das espécies, sempre que possível se deu em campo, com base na experiência da equipe, mas os táxons duvidosos foram levados ao herbário do Museu Botânico Municipal para conferência.

Ao se verificar que as lianas lenhosas eram abundantes na área, optou-se por também mensurá-las, englobando-as, no entanto, em uma categoria única chamada “lianas” para fins fitossociológicos, embora todas as espécies tenham sido identificadas. Como não se tratam de árvores, é bem provável que a relação entre o diâmetro de seus “braços” lenhosos não tenham exatamente a mesma correlação de grandeza com sua “copa”, como nas árvores, contudo, acredita-se que possa expressar, de alguma forma, sua dominância na área. A altura estimada para as lianas foi a mesma utilizada para as árvores em que se apoiavam, geralmente as árvores do dossel, sem o registro do ponto de inversão morfológica.

Os dados foram analisados com o *software* gratuito Fitopac 2.1 (Shepherd, 2010), com o qual foram estimados os parâmetros populacionais da floresta, densidade, frequência e dominância absolutas e relativas, valores de cobertura e importância, além da confecção da curva espécies-área, que auxilia na verificação da suficiência amostral. Também calculou-se o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e sua equitatividade ( $J'$ ), na plataforma Excel para Windows, para as duas formações, excluindo-se as lianas e árvores mortas.

## **Resultados do levantamento fitossociológico**

Considerando-se as formações Montana e Aluvial, do remanescente de Floresta Ombrófila Mista do Jardim Botânico de Curitiba, foram encontradas 61 espécies arbóreas (Quadro A).

Quadro A. Lista de espécies lenhosas inclusas no levantamento fitossociológico (arbóreas e lianas), nas formações Montana e Aluvial da Floresta Ombrófila Mista, Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAPmín= 4,77 cm.

Família/Espécie	Nome Popular	M	A
<b>Arbóreas</b>			
ANACARDIACEAE			
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	bugreiro	•	
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira		•
ANNONACEAE			
<i>Rollinia rugulosa</i> Schlttdl.	ariticum	•	•
ARALIACEAE			
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	embaubarana	•	
ARAUCARIACEAE			
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	araucária	•	
ASTERACEAE			
<i>Critoniopsis quinqueflora</i> (Less.) H. Rob.	vassoura	•	
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	vassourão-preto	•	
BIGNONIACEAE			
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	caroba	•	
CANELLACEAE			
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	pimenteira	•	
CANNABACEAE			
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	taleira	•	
CARDIOPTERIDACEAE			
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	congonha-do-banhado		•
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) Howard	congonha	•	
CELASTRACEAE			
<i>Maytenus aquifolium</i> Mart.	espinheira-santa	•	
CLETHRACEAE			
<i>Clethra scabra</i> Pers.	carne-de-vaca	•	
CUNNONIACEAE			
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	guaperê	•	
CYATHEACEAE			
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin	samambaiaçu	•	
ELAEOCARPACEAE			
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	sapopema	•	
EUPHORBIACEAE			
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiteirinho	•	•
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha	•	•
FABACEAE			
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	jacarandá	•	
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	sapuva	•	
LAMIACEAE			
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	•	•
LAURACEAE			
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	canela-amarela	•	
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	canela-fedida	•	
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	canelinha	•	
<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meisn.) Mez	canela	•	
LYTRHACEAE			
<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schlttdl.	dedaleiro	•	
MALVACEAE			
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	•	•
MELIACEAE			
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	canjerana	•	
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	cedro	•	
MONIMIACEAE			
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	pimenteirinha	•	
MORACEAE			
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	figueira-mata-pau	•	
MYRTACEAE			
<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & Landrum	murta	•	
<i>Eugenia pluriflora</i> DC.	guamirim	•	
<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	•	
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	cambuí-pitanga	•	
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	caingá	•	•
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	cambuí		•
<i>Myrcia cf. amazonica</i> DC.	guairitá	•	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	guamirim-chorão	•	
<i>Myrceugenia acutiflora</i> (Kiaersk.) D. Legrand & Kausel	guamirim	•	
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel	guamirim	•	
PRIMULACEAE			
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	•	

continua...

conclusão...

Família/Espécie	Nome Popular	M	A
PROTEACEAE			
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	carvalho-brasileiro	•	
RHAMNACEAE			
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.*	uva-do-japão	•	
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	coronilha	•	
RUBIACEAE			
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	quina	•	
SALICACEAE			
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	cambroé	•	
<i>Banara tomentosa</i> Clos	cambroé	•	
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	•	
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatunga-preta	•	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	cafezeiro-bravo	•	
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	sucará	•	
SAPINDACEAE			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	vacum	•	•
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	vacum	•	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	cuvatã	•	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	miguel-pintado	•	
SIMAROUBACEAE			
<i>Picrasma crenata</i> Engl. in Engl. & Prantl	pau-amargo	•	
SOLANACEAE			
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	quina-branca	•	
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	canema	•	
STYRACACEAE			
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	caujuja	•	
<b>Lianas Lenhosas</b>			
APOCYNACEAE			
<i>Forsteronia leptocarpa</i> (Hook. & Arn.) A.DC.	cipó-de-leite	•	
BIGNONIACEAE			
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	cipó-unha-de-gato	•	
<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A. Gentry	pente-de-macaco	•	
CELASTRACEAE			
<i>Pristimera celastroides</i> (Kunth) A.C. Sm.	cipó	•	
FABACEAE			
<i>Phanera cf. microstachya</i> (Raddi) L.P. Queiroz	cipó-escada	•	
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	cipó-estribo	•	
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora actinia</i> Hook.	maracujá-do-mato	•	
SAPINDACEAE			
<i>Serjania laruotteana</i> Cambess.	cipó-timbó-açu	•	

\* Espécie exótica invasora.

A formação Montana foi representada por 58 espécies, pertencentes a 33 famílias botânicas e 46 gêneros distintos. Já a formação Aluvial foi composta por apenas 10 espécies, contidas em oito famílias e nove gêneros.

Das espécies da formação Aluvial sete também estavam presentes na formação Montana e apenas três foram exclusivas, neste levantamento, embora possam ocorrer também na formação Montana.

O Quadro A também relaciona as espécies de lianas lenhosas mensuradas e incluídas na fitossociologia na categoria "lianas". Foram oito as espécies incluídas nesta categoria, de oito gêneros distintos, abrangendo seis famílias botânicas, todas ocorrendo somente na formação Montana da floresta (para uma lista mais completa de espécies de diversos hábitos vegetativos ver Apêndice A).

### **Floresta Ombrófila Mista Montana**

Foram mensurados 475 indivíduos arbóreos (dos quais 17 estavam mortos) e 37 indivíduos da categoria lianas. A área basal total da floresta foi de 41,9 m<sup>2</sup>/ha, sendo 3,3% desse total constituído por indivíduos mortos e 0,7% por lianas. A análise fitossociológica da formação Montana do remanescente florestal revelou serem *Myrcia hatschbachii* (10,1%), *Mollinedia clavigera* (3,2%), *Ocotea bicolor* (6,8%), *Araucaria angustifolia* (6,7%), *Casearia sylvestris* (5,4%), *C. obliqua* (5,1%), *Luehea divaricata* (4,7%) e *O. nutans* (3,1%) as espécies de maior representatividade na floresta, perfazendo 51,2% do Valor de Importância (Figura D).

Note-se que, a despeito do valor de importância elevado de *M. clavigera*, *M. hatschbachii* e *O. bicolor* possuem melhor distribuição estrutural na floresta e também que *A. angustifolia* é representada por poucos indivíduos, é pouco frequente e ocupa uma posição de destaque em área basal (17,6%), tendo sido observada apenas no dossel da floresta, por vezes como árvore emergente. Também as lianas estão em evidência, com 5,1% do valor de importância, principalmente pela densidade (7,2%) e frequência (6,4%).

O modelo exponencial negativo “J-invertido”, típico de florestas inequidneas (O’HARA e GERSONDE, 2004) descreve a distribuição diamétrica dessa formação florestal (Figura B). E a curva espécie-área demonstrou estabilização por volta da vigésima parcela (Figura C).

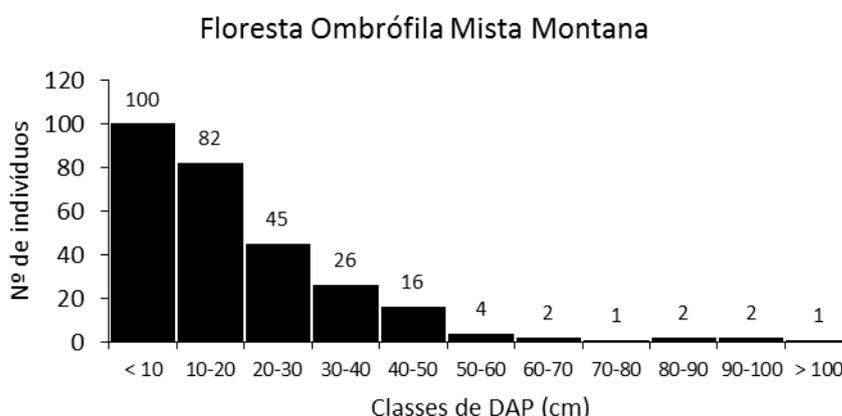


Figura B. Distribuição diamétrica das árvores mensuradas no levantamento fitossociológico do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm.

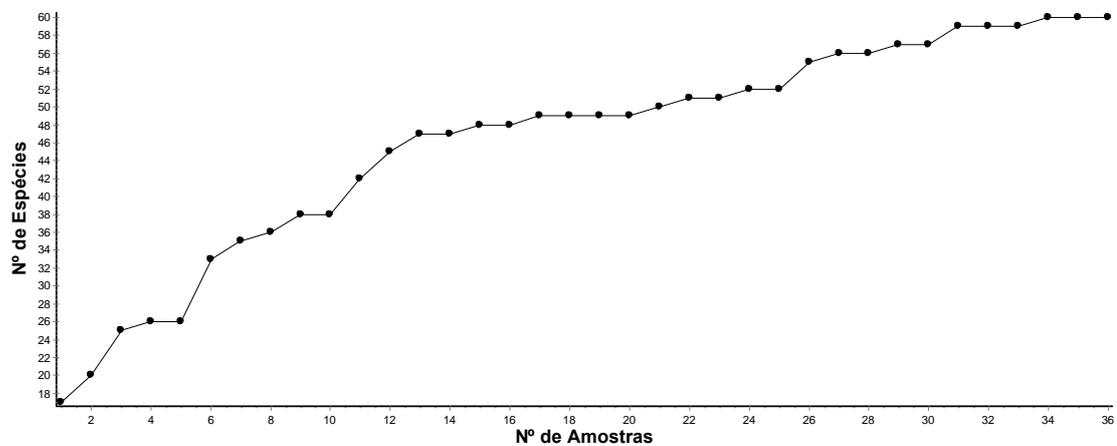


Figura C. Curva Espécie-Área registrada para a Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

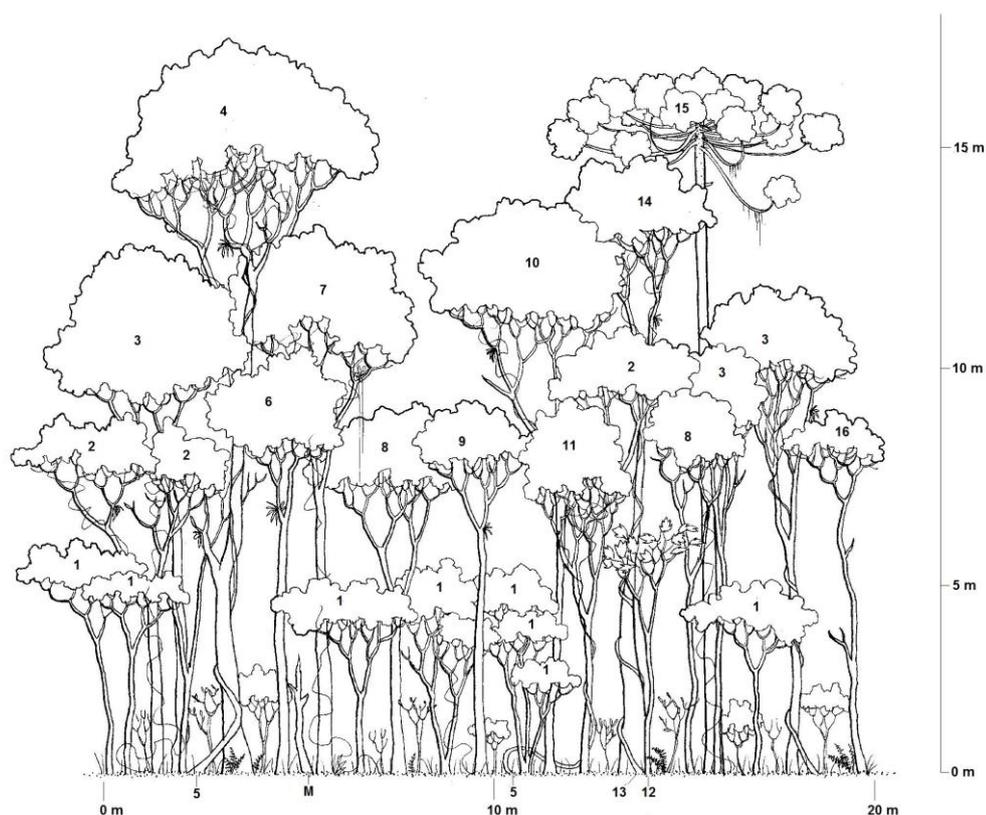
O índice de Shannon ( $H'$ ) calculado para a formação Montana foi de 3,27nats e a equitatividade ( $J'$ ) foi de 0,80, o que demonstra uma distribuição mais uniforme dos indivíduos entre as espécies (Tabela A).

Tabela A. Parâmetros fitossociológicos estimados para a vegetação arbórea do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). N ind- número de indivíduos; H méd- altura média das espécies; DeA- densidade absoluta; Fr- frequência absoluta; DoA- dominância absoluta; DeR- densidade relativa; FrR- frequência relativa; DoR- dominância relativa; %VC- porcentagem do Valor de Cobertura; %VI- porcentagem do Valor de Importância. Também foram incluídas as lianas lenhosas que atingiram o DAP limite. DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm.

Espécie	N ind	H méd	DeA	FrA	DoA	DeR	FrR	DoR	%VC	%VI
1 <i>Myrcia hatschbachii</i>	42	12,46	117	63,89	6,31	8,10	7,01	15,04	11,62	10,09
2 <i>Mollinedia clavigera</i>	84	6,04	233	86,11	0,78	16,41	9,58	1,86	9,14	9,24
3 <i>Ocotea bicolor</i>	33	11,45	92	55,56	3,27	6,45	6,10	7,80	7,12	6,78
4 <i>Araucaria angustifolia</i>	5	20,80	14	13,89	7,40	0,98	1,52	17,65	9,31	6,71
5 <i>Casearia sylvestris</i>	40	9,35	111	58,33	0,80	7,81	6,40	1,92	4,87	5,38
6 <i>Casearia obliqua</i>	24	13,79	67	36,11	2,84	4,69	3,96	6,76	5,73	5,14
7 <i>Luehea divaricata</i>	17	11,76	47	36,11	2,86	3,32	3,96	6,83	5,08	4,71
8 <i>Ocotea nutans</i>	13	11,58	36	27,78	1,61	2,54	3,05	3,84	3,19	3,14
9 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	21	6,31	58	33,33	0,16	4,10	3,66	0,38	2,24	2,71
10 <i>Cinnamodendron dinisii</i>	6	15,33	17	16,67	1,65	1,17	1,83	3,94	2,56	2,31
11 <i>Myrcia cf. amazonica</i>	10	13,10	28	22,22	0,97	1,95	2,44	2,31	2,14	2,24
12 <i>Jacaranda puberula</i>	7	14,86	19	16,67	1,42	1,37	1,83	3,38	2,37	2,19
13 <i>Casearia decandra</i>	12	8,63	33	25,00	0,21	2,34	2,74	0,50	1,42	1,86
14 <i>Solanum pseudoquina</i>	10	9,40	28	25,00	0,28	1,95	2,74	0,68	1,32	1,79
15 <i>Sebastiania commersoniana</i>	9	10,56	25	11,11	0,82	1,76	1,22	1,95	1,86	1,64
16 <i>Sloanea monosperma</i>	10	7,60	28	19,44	0,21	1,95	2,13	0,51	1,23	1,53
17 <i>Eugenia uruguayensis</i>	6	13,67	17	11,11	0,91	1,17	1,22	2,16	1,67	1,52
18 <i>Celtis iguanaea</i>	9	10,78	25	16,67	0,39	1,76	1,83	0,94	1,35	1,51
19 <i>Allophylus edulis</i>	8	7,45	22	11,11	0,37	1,56	1,22	0,87	1,22	1,22
20 <i>Machaerium stipitatum</i>	5	14,00	14	11,11	0,59	0,98	1,22	1,41	1,19	1,20
21 <i>Ocotea cf. diospyrifolia</i>	3	11,67	8	8,33	0,86	0,59	0,91	2,05	1,32	1,18
22 <i>Myrceugenia acutiflora</i>	4	13,75	11	8,33	0,55	0,78	0,91	1,32	1,05	1,00
23 <i>Eugenia uniflora</i>	5	8,20	14	11,11	0,28	0,98	1,22	0,68	0,83	0,96
24 <i>Vitex megapotamica</i>	4	11,13	11	11,11	0,34	0,78	1,22	0,80	0,79	0,93
25 <i>Lafoensia vandelliana</i>	5	8,10	14	13,89	0,04	0,98	1,52	0,10	0,54	0,87
26 <i>Solanum sanctaecatharinae</i>	5	9,60	14	11,11	0,14	0,98	1,22	0,34	0,66	0,85
27 <i>Myrcia splendens</i>	3	13,67	8	8,33	0,41	0,59	0,91	0,97	0,78	0,82
28 <i>Lamanonia ternata</i>	1	16,00	3	2,78	0,72	0,20	0,30	1,73	0,96	0,74
29 <i>Citronella paniculata</i>	4	10,25	11	11,11	0,07	0,78	1,22	0,17	0,48	0,72
30 <i>Scutia buxifolia</i>	2	12,50	6	5,56	0,39	0,39	0,61	0,92	0,66	0,64
31 <i>Cupania vernalis</i>	4	8,50	11	8,33	0,04	0,78	0,91	0,09	0,44	0,60
32 <i>Cabralea canjerana</i>	5	9,80	14	5,56	0,07	0,98	0,61	0,17	0,57	0,58
33 <i>Dalbergia brasiliensis</i>	2	14,00	6	5,56	0,30	0,39	0,61	0,72	0,56	0,57
34 <i>Oreopanax fulvum</i>	3	7,50	8	8,33	0,04	0,59	0,91	0,10	0,35	0,53
35 <i>Coutarea hexandra</i>	3	7,67	8	8,33	0,03	0,59	0,91	0,08	0,33	0,53
36 <i>Myrceugenia miersiana</i>	3	5,00	8	8,33	0,02	0,59	0,91	0,04	0,32	0,51
37 <i>Lithraea brasiliensis</i>	1	13,00	3	2,78	0,43	0,20	0,30	1,03	0,62	0,51
38 <i>Styrax leprosum</i>	3	10,67	8	5,56	0,06	0,59	0,61	0,14	0,37	0,45
39 <i>Cedrela fissilis</i>	2	13,50	6	5,56	0,13	0,39	0,61	0,30	0,35	0,43
40 <i>Eugenia pluriflora</i>	2	11,50	6	5,56	0,09	0,39	0,61	0,22	0,31	0,41
41 <i>Banara tomentosa</i>	2	10,50	6	5,56	0,09	0,39	0,61	0,22	0,31	0,41
42 <i>Roupala brasiliensis</i>	2	9,00	6	5,56	0,08	0,39	0,61	0,18	0,29	0,39
43 <i>Clethra scabra</i>	1	18,00	3	2,78	0,26	0,20	0,30	0,63	0,41	0,38
44 <i>Hovenia dulcis*</i>	2	8,00	6	5,56	0,03	0,39	0,61	0,06	0,23	0,35
45 <i>Ficus luschnathiana</i>	2	13,00	6	5,56	0,02	0,39	0,61	0,05	0,22	0,35
46 <i>Myrsine umbellata</i>	2	7,50	6	5,56	0,02	0,39	0,61	0,04	0,22	0,35
47 <i>Cyathea atrovirens</i>	1	10,00	3	2,78	0,18	0,20	0,30	0,44	0,32	0,31
48 <i>Vernonanthura discolor</i>	1	15,00	3	2,78	0,18	0,20	0,30	0,42	0,31	0,31
49 <i>Banara parviflora</i>	1	15,00	3	2,78	0,14	0,20	0,30	0,32	0,26	0,27
50 <i>Matayba elaeagnoides</i>	1	15,00	3	2,78	0,13	0,20	0,30	0,31	0,25	0,27
51 <i>Rollinia rugulosa</i>	1	12,00	3	2,78	0,03	0,20	0,30	0,07	0,14	0,19
52 <i>Nectandra lanceolata</i>	1	9,00	3	2,78	0,02	0,20	0,30	0,05	0,12	0,18
53 <i>Maytenus aquifolium</i>	1	10,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,03	0,12	0,18
54 <i>Critoniopsis quinqueflora</i>	1	8,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,03	0,12	0,18
55 <i>Curitiba prismatica</i>	1	10,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,03	0,12	0,18
56 <i>Allophylus petiolulatus</i>	1	8,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,02	0,11	0,17
57 <i>Picrasma crenata</i>	1	7,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,02	0,11	0,17
58 <i>Xylosma ciliatifolia</i>	1	7,00	3	2,78	0,01	0,20	0,30	0,02	0,11	0,17
<b>Subtotal</b>	<b>458</b>	<b>10,98**</b>	<b>1273</b>	<b>816,72</b>	<b>40,10</b>	<b>89,45</b>	<b>89,64</b>	<b>95,64</b>	<b>92,54</b>	<b>91,58</b>
Mortas	17	5,68	47	36,11	1,13	3,32	3,96	2,69	3,01	3,32
Lianas	37	13,97	103	58,33	0,70	7,23	6,40	1,67	4,45	5,10
<b>Total</b>	<b>512</b>	<b>10,94**</b>	<b>1423</b>	<b>911,16</b>	<b>41,93</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

\* Espécie exótica invasora.

\*\* Média.



- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. <i>Mollinedia clavigera</i>          | 9. <i>Lafoensia vandelliana</i>       |
| 2. <i>Casearia sylvestris</i>           | 10. <i>Machaerium stipitatum</i>      |
| 3. <i>Myrcia hatschbachii</i>           | 11. <i>Solanum pseudoquina</i>        |
| 4. <i>Luehea divaricata</i>             | 12. <i>Oreopanax fulvum</i>           |
| 5. <i>Serjania laruottenana</i> (liana) | 13. <i>Passiflora actinia</i> (liana) |
| 6. <i>Ocotea nutans</i>                 | 14. <i>Jacaranda puberula</i>         |
| 7. <i>Cinnamodendron dinisii</i>        | 15. <i>Araucaria angustifolia</i>     |
| 8. <i>Ocotea bicolor</i>                | 16. <i>Casearia decandra</i>          |

Figura D. Perfil esquemático de um segmento da Floresta Ombrófila Mista Montana no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Ilustração: C.V. Roderjan.

### **Floresta Ombrófila Mista Aluvial**

As parcelas instaladas na planície aluvial incluíram 54 indivíduos arbóreos (Figura G). A vegetação dessa formação foi marcada pela baixa diversidade e equitatividade das espécies ( $H'=1,56$  nats;  $J'=0,68$ ), sendo encontradas apenas 10 espécies, pertencentes a oito famílias botânicas e nove gêneros. Além disso, apresentou distribuição diamétrica irregular (Figura E), mas teve a curva espécie-área iniciou a estabilização já na quarta unidade amostral (Figura F).

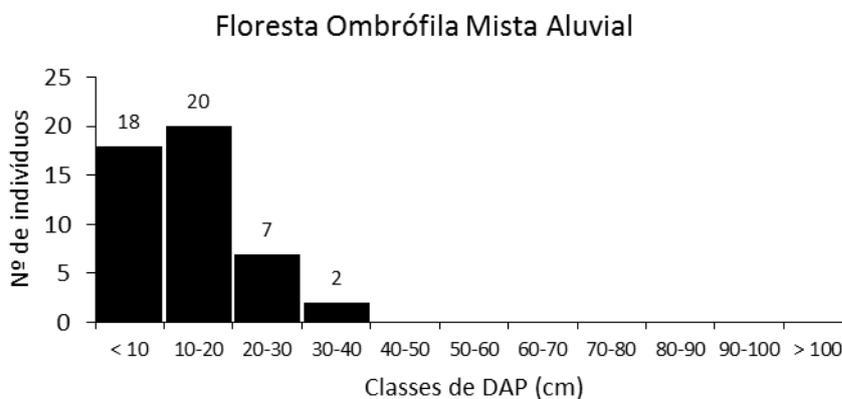


Figura E. Distribuição diamétrica das árvores mensuradas no levantamento fitossociológico do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm.

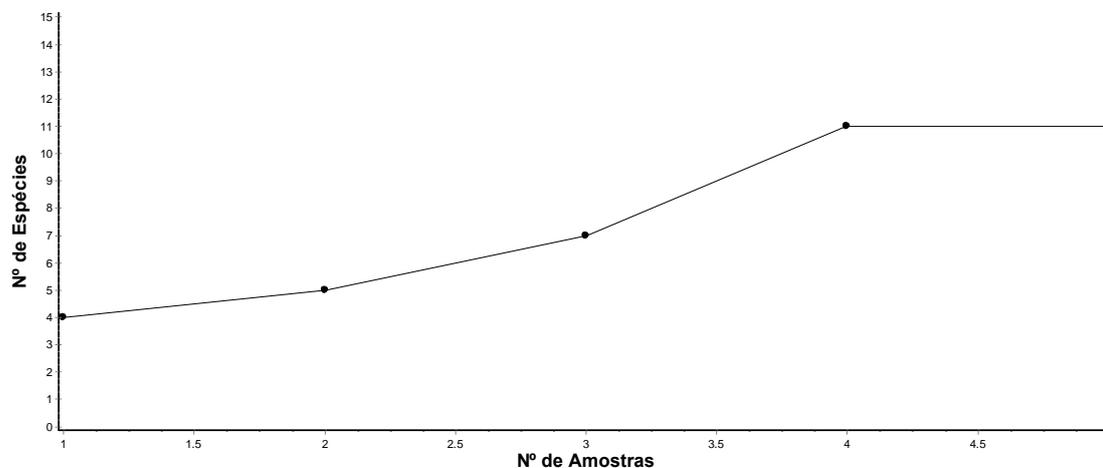


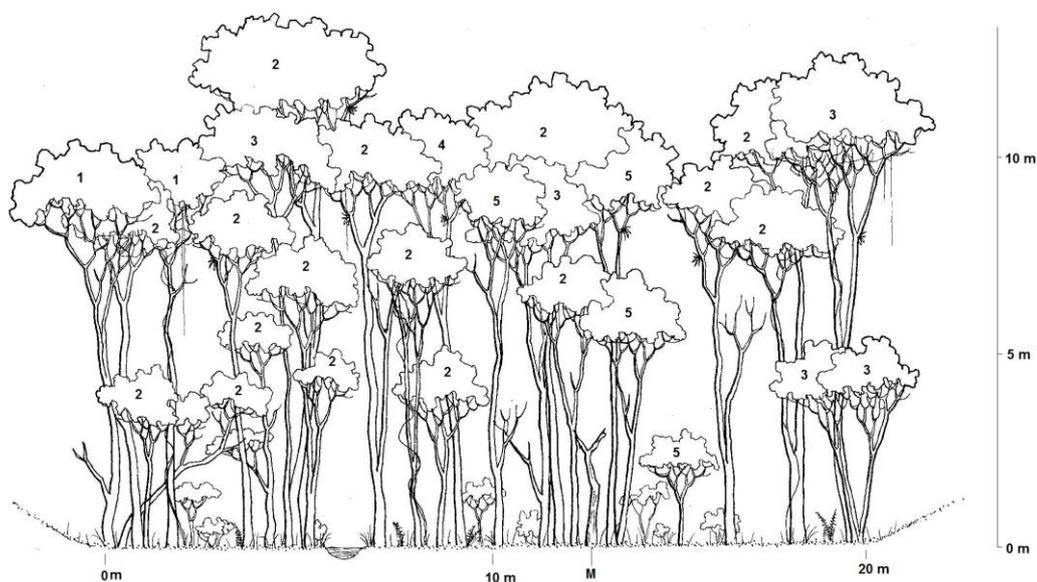
Figura F. Curva Espécie-Área registrada para a Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil).

Destacou-se na estrutura horizontal *Sebastiania commersoniana*, com 38,5% do valor de importância, seguida por *Myrcia hatschbachii* (14,2%), *S. brasiliensis* (13,7%), *Schinus terebinthifolius* (10,0%) e *Citronella gongonha* (6,8%), que juntas perfazem 83,3% desse valor (Tabela B). A área basal nessa formação atingiu 21,94 m<sup>2</sup>/ha, sendo as árvores mortas responsáveis por 3,0% desse total (n=1).

Tabela B. Parâmetros fitossociológicos estimados para a vegetação arbórea do remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). N ind- número de indivíduos; H méd- altura média das espécies (m); DeA- densidade absoluta; Fr- frequência absoluta; DoA- dominância absoluta; DeR- densidade relativa; FrR- frequência relativa; DoR- dominância relativa; %VC- porcentagem do Valor de Cobertura; %VI- porcentagem do Valor de Importância. DAP<sub>mín</sub>= 4,77 cm.

Espécie	N ind	H méd	DeA	FrA	DoA	DeR	FrR	DoR	%VC	%VI
1 <i>Sebastiania commersoniana</i>	27	10,30	540	80,00	9,52	50,00	22,22	43,35	46,68	38,53
2 <i>Myrcia hatschbachii</i>	4	12,50	80	40,00	5,31	7,41	11,11	24,19	15,80	14,24
3 <i>Sebastiania brasiliensis</i>	11	7,50	220	60,00	0,87	20,37	16,64	3,97	12,17	13,67
4 <i>Schinus terebinthifolius</i>	3	11,67	60	40,00	2,91	5,56	11,11	13,25	9,40	9,97
5 <i>Citronella gongonha</i>	3	10,83	60	20,00	2,07	5,56	5,56	9,45	7,50	6,85
6 <i>Vitex megapotamica</i>	1	12,00	20	20,00	0,36	1,85	5,56	1,64	1,75	3,01
7 <i>Myrcia laruotteana</i>	1	11,00	20	20,00	0,22	1,85	5,56	1,02	1,44	2,81
8 <i>Luehea divaricata</i>	1	7,00	20	20,00	0,15	1,85	5,56	0,70	1,28	2,70
9 <i>Allophylus edulis</i>	1	12,00	20	20,00	0,14	1,85	5,56	0,65	1,25	2,69
10 <i>Rollinia rugulosa</i>	1	6,50	20	20,00	0,06	1,85	5,56	0,28	1,07	2,56
<b>Subtotal</b>	<b>53</b>	<b>10,13*</b>	<b>1060</b>	<b>340,00</b>	<b>21,61</b>	<b>98,15</b>	<b>94,44</b>	<b>98,50</b>	<b>98,32</b>	<b>97,03</b>
Mortas	1	4,50	20	20,00	0,33	1,85	5,56	1,50	1,68	2,97
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>9,62*</b>	<b>1080</b>	<b>360,00</b>	<b>21,94</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

\* Média



1. *Citronella gongonha*
2. *Sebastiania commersoniana*
3. *Schinus terebinthifolius*

4. *Myrcia larotteana*
5. *Sebastiania brasiliensis*

Figura G. Perfil esquemático de um segmento da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Ilustração: C.V. Roderjan.

## APÊNDICE D – Imagens das entradas dos ninhos de Meliponina

Imagens das estradas dos ninhos de Meliponina (Hymetoptera, Apidae) encontrados no interior do remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Jardim Botânico de Curitiba (Paraná, Brasil). Pe- *Plebeia emerina*; Sb- *Scaptotrigona bipunctata*; Ta- *Tetragonisca angustula*; Ts- *Trigona spinipes*.



Ninho 1- Ta



Ninho 2- Pe



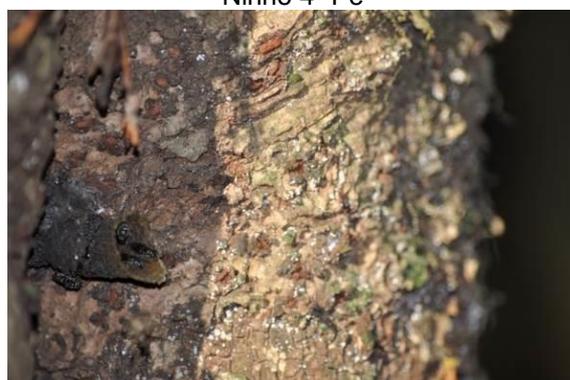
Ninho 3- Pe



Ninho 4- Pe



Ninho 5- Ta



Ninho 6- Pe



Ninho 7- Ts



Ninho 8- Sb



Ninho 9- Pe



Ninho 10- Pe



Ninho 11- Ta



Ninho 12- Pe



Ninho 13- Ts



Ninho 14- Pe



Ninho 15- Pe



Ninho 16- Sb



Ninho 17- Pe



Ninho 18- Ta



Ninho 19- Ta



Ninho 20- Pe



Ninho 21- Sb



Ninho 22- Ta



Ninho 23- Pe



Ninho 24- Pe