UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

**“Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento
em *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)”**

Kátia Paula Aleixo

**Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como
parte das exigências para a obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área: Entomologia.**

RIBEIRÃO PRETO -SP

2013

Kátia Paula Aleixo

**“Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento
em *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)”**

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área: Entomologia.

Orientador (a): Dra. Cláudia Inês da Silva

RIBEIRÃO PRETO -SP

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Aleixo, Kátia Paula

Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Ribeirão Preto, 2013.

104 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Entomologia.

Orientador (a): Silva, Cláudia Inês.

1. Abelhas sem ferrão. 2. Área urbana. 3. Recurso floral. 4. Análise polínica. 5. Produção de cria. 6. Sazonalidade. 7. Estratégias.

Nome: Aleixo, Kátia Aleixo

Título: Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Parecer: _____

Assinatura: _____

Ribeirão Preto _____ de _____ de 2013.

**À vó Ignês B. Pignata (*in memorian*) e ao seu
neto mais novo, Guilherme**

Dedico.

Agradecimentos

À minha orientadora, Cláudia Inês da Silva, pela dedicação, ensinamentos e confiança depositados em meu trabalho. Uma pessoa sempre disposta a ajudar na organização dos meus pensamentos e ideias;

Ao Cristiano Menezes, presente desde sempre, pela co-orientação e ensinamentos;

À Profa. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca, por ter aceitado me orientar durante os meses em que a Cláudia ainda não estava vinculada ao programa de Pós-graduação em Entomologia da FFCLRP e pela ajuda nos demais projetos desenvolvidos;

Ao Prof. Carlos Alberto Garófalo, por me receber muito bem junto ao seu grupo de pesquisa, pela ajuda nos demais projetos desenvolvidos e pela supervisão durante o estágio PAE;

Ao Prof. Milton Groppo Jr., pelo auxílio na identificação das espécies de plantas e sugestões acerca do meu trabalho;

Ao Manjuba e ao Hipólito, pela ajuda com a coleta e com a identificação das espécies de plantas; à Maria Helena por todo o auxílio na preparação do material botânico para a incorporação no Herbário do Departamento de Biologia da FFCLRP;

A todos os demais botânicos que contribuíram com a identificação das espécies vegetais: Lúcia Garcez Lohmann (Bignoniaceae), Rosângela Simão Bianchini (Convolvulaceae), Carla Brunieira (Rubiaceae), Daniela Zappi (Cactaceae), André Gil (Iridaceae), Maria de Fátima Agra (Solanaceae) e Gustavo Heiden (Asteraceae);

Aos amigos, Letícia (Xinxá) e Maurício (Fruty), pelo valioso apoio em todos os momentos ao longo dessa etapa, desde a concepção do projeto até a finalização da dissertação. Os dias cansativos de levantamento florístico e fenológico não teriam sido tão divertidos sem vocês dois ao meu lado. Os momentos além dos muros da universidade

também não;

Aos companheiros de laboratório: Alejandro, Patrícia, Taís e Malu, pela convivência e sugestões acerca do meu trabalho. Em especial à Elisa, à Morgana e ao Léo por todo o auxílio, conversas e amizade;

Ao Tiago e à Juliana, pela companhia durante idas ao "matinho";

Aos companheiros de disciplinas: Aline, Glaúcy e Ricardo. Obrigada pelos trabalhos e seminários realizados com seriedade cultivada com muitas risadas;

Aos companheiros de laboratório do bloco 7, em especial: Papa, Sidnei, Ganso, Denise, Glaúcy, Yara e Alines, pela descontração, conversas e bibliografia compartilhadas;

Aos que estão longe, mas sempre dispostos a me ajudar com sugestões, análises e boas risadas: Michi, Camila, Annelise, Letícia e Pati;

Ao Christoph Grüter, pela ajuda com as análises estatísticas;

Aos professores do Departamento de Biologia da FFCLRP, pelos ensinamentos dentro e fora da sala de aula;

Aos funcionários do Departamento de Biologia da FFCLRP, em especial: Renata, Vera, José Carlos, Sebastião, Edílson, Cidinha e Suelly, pela prestatividade e manutenção de um espaço adequado ao nosso trabalho cotidiano;

Aos colegas da organização do X Curso de Verão em Entomologia pela convivência, a qual me permitiu muitos aprendizados;

Aos amigos da 43^o turma de Biologia da FFCLRP pelos anos inesquecíveis;

Aos queridos do "Sertão" e às "BdBenses", pelo carinho e amizade sincera;

Aos meus pais, Álvaro e Marli, e ao meu irmão, Kleber, pelo carinho e exemplo de vida. Meus primeiros e maiores mestres;

À Capes, pela concessão da bolsa;

À Fapesp (processo 2010/10285-4), pelo apoio financeiro.

Aleixo, K.P. **Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. 2013. Dissertação - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Estudos sobre a influência da variação sazonal na disponibilidade de recursos florais na coleta de pólen e néctar pelas abelhas sem ferrão são escassos na literatura devido à ausência de métodos viáveis de se quantificar o alimento armazenado nas colônias por longos períodos. O objetivo desse estudo foi avaliar o armazenamento de alimento em colônias de *Scaptotrigona aff. depilis* em relação a distribuição espaço-temporal dos recursos florais em uma área urbanizada na região tropical, bem como estratégias utilizadas pelas colônias no período de menor disponibilidade alimentar. De abril de 2011 a março de 2012, a estrutura da comunidade vegetal do campus da Universidade de São Paulo, cidade de Ribeirão Preto, foi avaliada sob os aspectos da composição florística e fenologia de floração para avaliar a ocorrência de sazonalidade na distribuição dos recursos florais disponibilizados para as abelhas. Concomitantemente, foi analisado qualitativamente e quantitativamente o armazenamento mensal de pólen e néctar em colônias experimentais (CEs) de *S. aff. depilis*, formadas a partir da remoção de colônias mães (CMs) de seus lugares originais e substituídas por caixas de madeira vazias, as CEs, em cujas as forrageiras armazenaram o alimento durante sete dias. No mesmo período de um ano, foi avaliada a produção mensal de cria nas CMs de *S. aff. depilis* por meio de fotografias tomadas na região da cria em intervalos de 24h durante quatro dias consecutivos. Espécies melitófilas floresceram durante o ano todo e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento para as abelhas foi contínua. A distribuição dos recursos foi sazonal, com abundância de disponibilidade na transição da estação seca com a chuvosa e na estação chuvosa. O armazenamento de alimento foi afetado pela associação

entre a sazonalidade na disponibilidade de pólen e a temperatura ambiente. O pólen foi armazenado ao longo de todo o ano, ao passo que o néctar começou a ser armazenado no final da estação seca e permaneceu durante toda a estação chuvosa. Nas CEs, a maior quantidade de alimento foi armazenada na estação chuvosa, com pico no bimestre de fevereiro-março. Mesmo apresentando um hábito generalista, as forrageiras de *S. aff. depilis* intensificaram, espacial e temporalmente, a coleta de recursos em poucas fontes florais. As espécies *Eucalyptus moluccana*, *E. grandis* e *Myracrodruon urundeuva* foram preferencialmente utilizadas no armazenamento de pólen durante a estação seca, ao passo que durante a estação chuvosa apenas *Schinus terebinthifolius* foi a fonte preferencialmente utilizada. A sazonalidade na disponibilidade de pólen influenciou inclusive a produção de cria, a qual diminuiu na estação seca. A disponibilidade de pólen parece ser um fator central influenciando no crescimento e no desenvolvimento das colônias de *S. aff. depilis*.

Aleixo, K.P. **Seasonality in food availability and foraging dynamics in *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. 2013. Msc. Dissertation - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Studies on the influence of seasonal variation in the availability of floral resources on the collection of pollen and nectar by stingless bees are scarce due to lack of methods to quantify the stored food in the colonies for long periods of time. The aim of this study was to evaluate the storage of food in colonies of *Scaptotrigona* aff. *depilis* in relation to the spatiotemporal distribution of floral resources in an urbanized area in the tropical region, as well as assess the strategies used by the colonies during periods of food scarcity. From April 2011 to March 2012, the plant community structure in the campus of Universidade de São Paulo, located in the city of Ribeirão Preto, was studied under the aspect of floristic composition and flowering phenology to evaluate the occurrence of seasonality in the distribution of floral resources available to bees. Concurrently, it was analyzed the monthly storage of pollen and nectar in experimental colonies (ECs) of *S. aff. depilis* formed from removal of colonies (MCs) from their original places and replaced by empty wooden boxes, the ECs, whose foragers stored food for seven days. In the same period of an year, it was evaluated the monthly brood production in MCs of *S. aff. depilis* through photographs taken in the brood region at intervals of 24h for four consecutive days. Melittophilous were in bloom year-round, and therefore the availability of food resources was continuous for bees. The resource distribution was seasonal, with plenty of available resources in the transition from the dry to the rainy season and in the rainy season. The storage of food was affected by the association between the seasonal availability of pollen and ambient temperature. Pollen was stored throughout the year, while the nectar started to be stored in the dry season and remained throughout the rainy season. In ECs, the largest amount of food was stored during the rainy season, peaking in

February-March. Even though foragers display a generalist habit, food collection was intensified at few sources in spatiotemporal scale. The species *Eucalyptus moluccana*, *E. grandis* and *Myracrodruon urundeuva* were preferentially used in the storage of pollen during the dry season, while *Schinus terebinthifolius* was the most frequently used species during the rainy season. Seasonality in pollen availability also influenced brood production, which decreased in the dry season. The availability of pollen seems to be a central parameter influencing the growth and development of *S. aff. depilis* colonies.

Lista de Figuras

Capítulo I

Figura 1. Distribuição da temperatura (°C) e precipitação média mensal (mm) em Ribeirão Preto entre abril de 2011 e março de 2012. Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>).....10

Figura 2. Classificação das espécies vegetais segundo seu principal recurso disponibilizado. As espécies que disponibilizaram somente um recurso floral como principal atrativo para as abelhas foram analisadas de acordo com este recurso principal (P. pólen, N. néctar, O. óleo). As plantas que disponibilizaram dois recursos atrativos na mesma flor (NP. pólen+néctar, PO. pólen+óleo) foram analisadas em conjunto com aquelas que disponibilizaram apenas os recursos P, N, O sendo, portanto, contabilizadas duas vezes nas análises.....12

Figura 3. Distribuição, em porcentagem, das espécies nas famílias botânicas mais bem representadas em riqueza no campus da USP - RP.....14

Figura 4. Distribuição das espécies polinizadas por abelhas que floresceram na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP.....16

Figura 5. Distribuição circular dos recursos florais disponibilizados para as abelhas, representada pelo número de indivíduos que floresceram entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. (A) Pólen. (B) Néctar. (C) Óleo floral. A linha no topo do vetor indica o desvio padrão.....17

Figura 6. Distribuição circular dos recursos florais disponibilizados para as abelhas na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. (A) Pólen; (B) Néctar. A linha no topo do vetor indica o desvio padrão.....21

Capítulo II

Figura 1. (A) Vista externa da colônia experimental. (B) Vista interna da colônia experimental, com os dois potes de alimento (seta) e uma lâmina (elipse), feitos com cera de *Apis mellifera*. (C) Colônia experimental (elipse) no lugar de sua respectiva colônia mãe (seta).....51

Figura 2. Colônias experimentais de *Scaptotrigona aff. depilis*. (A) Potes de alimento e invólucro construídos pelas forrageiras após sete dias de experimento. (B) Tubo de entrada construído pelas forrageiras.....54

Figura 3. Distribuição da quantificação dos recursos alimentares armazenados nas colônias experimentais entre abril de 2011 e março de 2012. (A) Pólen (g)/estação. (B) Pólen (g)/bimestre. (C) Mel (ml)/estação. (D) Mel (ml)/bimestre. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores. Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.....55

Figura 4. Representatividade dos grãos de pólen das quatro espécies vegetais preferencialmente utilizadas, em porcentagem, em relação as demais espécies.....60

Capítulo III

Figura 1. Sequência de fotografias tiradas em quatro dias consecutivos, com um intervalo de 24h, na região das células de cria a fim de acompanhar a produção mensal de cria (o círculo em vermelho representa o favo mais antigo).....76

Figura 2. Distribuição da cria produzida nas oito colônias mães entre abril de 2011 e março de 2012. **(A)** Cria/estação. **(B)** Cria/bimestre. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores. Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.....79

Figura 3. Distribuição do número de operárias **(A)** e da distância intertegular (mm) **(B)** das forrageiras em atividade nas oito colônias mães entre abril de 2011 e março de 2012. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.....80

Lista de Tabelas

Capítulo I

Tabela 1. Distribuição, em porcentagem, das síndromes de polinização segundo seu agente considerando toda a estratificação vertical no campus da USP - RP.....15

Tabela 2. Correlação de Pearson entre o número de indivíduos que disponibilizaram recursos florais e os fatores climáticos entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. T=temperatura média; P=precipitação média.....18

Tabela 3. Teste de uniformidade de Rayleigh (Z) para distribuição circular dos recursos florais disponibilizados e atrativos para as abelhas na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP.....20

Capítulo II

Tabela 1. Recursos alimentares armazenados nas colônias experimentais (n=8 colônias por bimestre), entre abril de 2011 e março de 2012.....54

Tabela 2. Espécies de plantas usadas por *Scaptotrigona* aff. *depilis* para a coleta de pólen e posterior armazenamento nos potes de alimento entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. Os dados estão apresentados em porcentagem. * grãos de pólen dominantes (> 45%).....56

Tabela 3. Espécies de plantas usadas por *Scaptotrigona* aff. *depilis* para a coleta de néctar e posterior armazenamento nos potes de alimento entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. Os dados estão apresentados em porcentagem.....62

Capítulo III

Tabela 1. Relações entre a produção de cria nas colônias mães entre abril de 2011 e março de 2012 e as variáveis incluídas no melhor modelo utilizando LME.....79

Sumário

Introdução geral.....	01
Objetivo e organização geral da dissertação.....	03
Referências bibliográficas.....	04
Capítulo I - Distribuição espaço-temporal de recursos florais em área urbanizada: implicações na manutenção de polinizadores com ênfase em abelhas.....	05
Resumo.....	06
Abstract.....	06
1. Introdução.....	07
2. Material e Métodos.....	09
2.1. Área de estudo.....	09
2.2. Composição florística e distribuição das síndromes de polinização na estratificação vertical.....	10
2.3. Fenologia de floração e distribuição espaço-temporal dos recursos florais atrativos para as abelhas.....	11
2.4. Análise de dados.....	12
3. Resultados.....	13
3.1. Composição florística e distribuição das síndromes de polinização na estratificação vertical.....	13
3.2. Fenologia de floração e distribuição espaço-temporal dos recursos florais atrativos para as abelhas.....	15
4. Discussão.....	22
5. Referências bibliográficas.....	28

Anexo I.....	36
---------------------	-----------

Capítulo II - Avaliação temporal da entrada de alimento em colônias de *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): efeitos da sazonalidade na disponibilidade de recursos florais.....

Resumo.....	46
--------------------	-----------

Abstract.....	46
----------------------	-----------

1. Introdução.....	47
---------------------------	-----------

2. Material e Métodos.....	49
-----------------------------------	-----------

2.1. Espécie estudada.....	49
-----------------------------------	-----------

2.2. Área de estudo.....	49
---------------------------------	-----------

2.3. Análise do alimento armazenado nas colônias experimentais e identificação das fontes de recursos florais usadas pelas abelhas.....	50
--	-----------

2.4. Análise de dados.....	51
-----------------------------------	-----------

3. Resultados.....	53
---------------------------	-----------

4. Discussão.....	64
--------------------------	-----------

5. Referências bibliográficas.....	68
---	-----------

Capítulo III - Influência da disponibilidade de pólen na produção de cria em colônias de *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).....

Resumo.....	73
--------------------	-----------

Abstract.....	73
----------------------	-----------

1. Introdução.....	74
---------------------------	-----------

2. Material e Métodos.....	75
-----------------------------------	-----------

2.1. Área de estudo.....	75
---------------------------------	-----------

2.2. Análise da produção de cria.....	76
2.3. Número de forrageiras em atividade e morfometria das forrageiras.....	76
2.4. Análise de dados.....	77
3. Resultados.....	78
4. Discussão.....	81
5. Referências bibliográficas.....	84
Conclusão geral.....	87

Introdução geral

A tribo Meliponini, que contém as abelhas conhecidas popularmente como abelhas indígenas ou abelhas sem ferrão, é composta por cerca de 400 espécies com nomes válidos na região neotropical, agrupadas em 33 gêneros (Camargo e Pedro, 2007). Como as abelhas da tribo Apini, as abelhas sem ferrão são eussociais avançadas, porém apresentam uma distribuição restrita às regiões tropicais e subtropicais do planeta (Michener, 2007).

As colônias de abelhas eussociais avançadas são perenes e exploram as fontes florais de maneira generalizada ao longo do ano (Michener, 2007). Nas abelhas melíferas, a coleta de recursos florais pelas forrageiras está sujeita a flutuações temporais, sendo intensa em períodos que a floração no ambiente é abundante (revisado por Keller et al., 2005).

O pólen coletado por colônias de *Apis mellifera* é obtido por meio da instalação de armadilhas, conhecidas como coletores, nas entradas dos ninhos. Os grãos de pólen, retidos na forma de cargas polínicas, são quantificados a fim de avaliar a produção anual das colônias (Keller et al., 2005) e também usados como marcadores naturais das fontes florais utilizadas para a coleta de recursos alimentares (Leonhardt e Bluthgen, 2011).

Em *Apis mellifera*, existem estimativas anuais da quantidade de pólen coletado em diferentes localidades européias e dos Estados Unidos da América para fins comerciais. Outra aplicação dos coletores é com a finalidade de conhecer como o impedimento da entrada de pólen nas colônias afeta a atividade de forrageamento por este recurso ou pelo néctar (Nelson et al., 1987). A eficiência dos coletores na remoção das cargas polínicas não são maiores do que 25% em relação ao total mensal estimado nos estudos (Keller et al., 2005), no entanto são ferramentas extremamente úteis para estudar diferentes aspectos da biologia das abelhas melíferas.

Para as abelhas sem ferrão, não existem estudos sobre a quantificação temporal de alimento coletado e armazenado nas colônias e a influência da variação sazonal na

disponibilidade de recursos florais sobre tal evento devido à inexistência de métodos viáveis para medir a entrada e armazenamento de recursos nas colônias. Um método viável para a quantificação de pólen e mel em colônias de abelhas sem ferrão seria o método proposto por Menezes et al. (2012), o qual objetivou testá-lo como uma alternativa para a coleta de pólen não fermentado em colônias de *Scaptotrigona depilis*. O método consiste na troca de lugar de uma colônia, deixando no local original uma caixa vazia, onde todas as forrageiras retornam e armazenam o pólen e o néctar coletados. No estudo de Menezes et al. (2012), o método foi repetido em dez colônias e, durante uma semana no mês de março, as forrageiras armazenaram, em média, 54,0 g de pólen e 9,0 g de mel. Apesar do objetivo inicial ter sido a produção comercial de pólen, este método tem muito potencial para ser usado em estudos com uma abordagem ecológica em abelhas sem ferrão, pois representa uma forma para qualificar e quantificar o alimento armazenado nas colônias.

O conhecimento das fontes de alimento usadas pelas abelhas sem ferrão, bem como da distribuição espaço-temporal dos recursos que mantém as suas colônias e das estratégias adotadas por elas diante das variações ambientais tem grande importância ecológica e econômica nesse grupo de abelhas. As abelhas sem ferrão são os principais visitantes de inúmeras espécies de plantas na região tropical, portanto são organismos chaves para a conservação de ambientes naturais. Em plantações, quanto maior a diversidade de abelhas nativas no entorno, maior é a produtividade da cultura (Kremen et al., 2002). Estudos mostraram que as abelhas sem ferrão polinizam efetivamente uma diversidade de culturas agrícolas, contribuindo para a formação de frutos e sementes em maiores quantidades e de melhor qualidade (Heard, 1999; Slaa et al., 2006). Recentemente, Garibaldi et al. (2013), em um estudo que reuniu informações sobre a biologia da polinização de espécies vegetais cultivadas em todos os continentes, com exceção da Antártica, mostrou uma forte associação entre polinizadores nativos e a taxa de frutificação. Ao conhecer os hábitos alimentares das

abelhas sem ferrão, e como suas colônias se comportam diante da distribuição dos recursos florais, o produtor pode direcionar o plantio de plantas específicas em áreas ao redor das culturas agrícolas para sustentar populações de abelhas sem ferrão.

Os conhecimentos adquiridos nesse estudo ajudarão na compreensão da biologia básica do grupo e no desenvolvimento de projetos que visam sua conservação, além de serem aplicados na produção de mel e pólen por meio da meliponicultura.

Objetivo e organização geral da dissertação

O objetivo geral desse estudo foi quantificar o armazenamento de alimento em colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* e avaliar sua relação com a distribuição espaço-temporal dos recursos florais ao longo de um ano. Dentro desse contexto geral, três questões são investigadas:

I - Existe sazonalidade na disponibilidade de recursos florais na área onde são mantidas as colônias de *S. aff. depilis*?

II - As forrageiras de *S. aff. depilis* coletam e armazenam pólen e néctar de forma diferenciada ao longo do ano? Se sim, relaciona-se ao padrão de distribuição espaço-temporal dos recursos florais?

III - Como as colônias de *S. aff. depilis* se comportam sob os aspectos de produção de cria frente ao padrão de distribuição espaço-temporal dos recursos florais?

Dessa forma, a dissertação está estruturada em três capítulos, cada um deles referente às perguntas acima:

I - Distribuição espaço-temporal de recursos florais em área urbanizada: implicações na

manutenção de polinizadores com ênfase em abelhas

II - Avaliação temporal da entrada de alimento em colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): efeitos da sazonalidade na disponibilidade de recursos florais

III - Influência da disponibilidade de pólen na produção de cria em colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)

Referências bibliográficas

- Camargo JMF, Pedro SRM (2007) Meliponini Lepeletier, 1836. In: Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region (ed. Moure JS, Urban D, Melo GAR), p. 272-578. Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba.
- Freitas GS, Assis AF, Souza CCM, Sousa J, Soares AEE (2009) O doce lar das abelhas indígenas sem ferrão. Mensagem Doce. 100 15-20.
- Garibaldi LA et al. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. Science. 339(6127): 1608-1611.
- Heard TA (1999) The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology. 44:183-206.
- Keller I, Fluri P, Imdorf A (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees: part II. Bee World. 86(2): 27-34.
- Kremen C, Williams NM, Thorp RW (2002) Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences. 99(26): 16812-16816.
- Leonhardt SD, Blüthgen, N (2011) The same, but different: pollen foraging in honeybee and bumblebee colonies. Apidologie. 42(4): 449-464.
- Menezes C, Vollet-Neto A, Imperatriz-Fonseca VL (2012) A method for harvesting unfermented pollen from stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Journal of Apicultural Research. 51(3): 240-244.
- Michener CD (2007) The bees of the world, second ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Nates-Parra G, Alejandro PH, Rodriguez A, Baquero P, Velez D (2006) Wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in urban ecosystem: Preliminary survey in the city of Bogota and its surroundings. Revista Colombiana De Entomologia. 32(1): 77-84.
- Nelson DL, McKenna D, Zumwalt E (1987) The effect of continuous pollen trapping on sealed brood, honey production and gross income in Northern Alberta. American Bee Journal. 127(): 648-650.
- Slaa EJ, Sánchez-Chaves A, Malagodi-Braga KA, Hofstede FE (2006) Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. Apidologie 37(2): 293-315.
- Zanette LRS, Martins RP, Ribeiro SP (2005) Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. Landscape and Urban Planning. 71(2-4): 105-121.

CAPÍTULO I

Distribuição espaço-temporal de recursos florais em área urbanizada: implicações na manutenção de polinizadores com ênfase em abelhas

Resumo

As cidades fornecem recursos aos animais que nelas vivem ou que habitam seus entornos, o que tem estimulado um aumento nos estudos ecológicos em áreas urbanas, incluindo a interação entre plantas e polinizadores. A estrutura da comunidade vegetal do campus da Universidade de São Paulo, localizado na cidade de Ribeirão Preto, foi avaliada sob os aspectos da composição florística, síndromes de polinização, fenologia de floração e distribuição espaço-temporal dos recursos florais disponibilizados para as abelhas. Foram amostradas 289 espécies de plantas distribuídas em 73 famílias, sendo Leguminosae a família com maior riqueza de espécies. As espécies polinizadas por abelhas foram as mais representativas (67,47%), seguida daquelas polinizadas por beija-flores (17,65%). Espécies melitófilas floresceram durante o ano todo e, conseqüentemente, a disponibilidade de alimento para as abelhas foi contínua. A distribuição do pólen, néctar e óleo floral foi sazonal na estratificação vertical (exceção do néctar no estrato arbustivo), com abundância de disponibilidade de recursos na transição da estação seca com a chuvosa e na estação chuvosa. Esse estudo mostra que o campus é capaz de manter populações de abelhas em meio a uma matriz de monocultura, funcionando como uma área de refúgio. Além disso, fornece uma lista de plantas atrativas aos diferentes grupos de polinizadores.

Palavras-chave: flora urbana, melitofilia, Hymenoptera, ecologia urbana, flora nativa

Abstract

Cities provide resources for animal species that live within them or inhabit their surroundings, which has motivated an increase in ecological studies of urban areas, including the interactions between plants and pollinators. We evaluated the plant community structure in the campus of Universidade de São Paulo, located in the city of Ribeirão Preto, under the

aspect of floristic composition, pollination syndromes, flowering phenology and spatial-temporal distribution of floral resources attractive to bees. A total of 289 plant species distributed in 73 families were sampled; the richest family in number of species was Leguminosae. The species pollinated by bees were the most representative (67.47%), followed by those pollinated by hummingbirds (17.65%). Melittophilous species were in bloom year-round, and therefore the availability of food resources was continuous for bees. The distribution of pollen, nectar and floral oil was seasonal along the vertical stratification (except for nectar in shrubs), with plenty of available resources in the transition from the dry to the rainy season and in the rainy season. This study shows that the campus is able to maintain populations of bees in a city surrounded by monocultures, acting as a refuge area. In addition, it provides a list of plants attractive to different groups of pollinators.

Keywords: urban flora, melitophyly, Hymenoptera, urban ecology, native flora

1. Introdução

A paisagem urbana geralmente se apresenta fragmentada em um mosaico vegetacional que varia em riqueza de fauna e flora de acordo com os níveis de urbanização (McKinney, 2008). As cidades, portanto, são campos promissores na abordagem de temas ecológicos, sendo inclusive consideradas como um ecossistema com serviços ambientais próprios dos quais se beneficiam os seres humanos (Bolund e Hunhammar, 1999). No que diz respeito à polinização como um dos serviços, os estudos em ecologia urbana têm mostrado que as cidades atuam na atração e manutenção de polinizadores e conseqüentemente da flora associada (McIntyre, 2000; Chace e Walsh, 2006; McKinney, 2008).

Em uma comunidade vegetal, a tipificação das espécies de plantas em síndromes de polinização permite avaliar quais polinizadores são contemplados com os recursos florais

disponibilizados. O padrão de disponibilidade de tais recursos, por sua vez, pode ser entendido sob duas abordagens. A primeira, considerando a estratificação vertical, evidencia a distribuição espacial dos recursos florais (Kinoshita et al., 2006; Martins e Batalha, 2007; Yamamoto et al., 2007; Silva et al., 2012). A segunda abordagem elucida a distribuição temporal dos recursos pelo acompanhamento da fenologia de floração das populações de plantas (Eltz et al., 2001; Faria et al., 2012; Smith et al., 2012).

Em áreas urbanas, entre os agentes polinizadores considerados em estudos que verificaram a disponibilidade espaço-temporal de recursos florais estão os beija-flores (Mendonça e Anjos, 2005), as borboletas (Clark et al., 2007; Bergerot et al., 2010) e as abelhas (Knoll et al., 1993; Taura e Laroca, 2001; Agostini e Sazima, 2003; Silva et al., 2007; Wojcik et al., 2008; Frankie et al., 2009). Especificamente, as cidades possuem comunidades ricas de abelhas, evidenciando que a parcela de plantas que disponibiliza recursos florais atrativos a esses polinizadores é alta (Tommasi et al., 2004; Zanette et al., 2005; Cane et al., 2006; Nates-Parra et al., 2006; Matteson et al., 2008). Em áreas naturais, por exemplo, as plantas que são polinizadas primariamente ou secundariamente pelas abelhas chegam a representar mais de 70% do total de espécies (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988; Kinoshita et al., 2006; Silva et al., 2012).

A vegetação do campus da Universidade de São Paulo, anterior ao advento do café na região da cidade de Ribeirão Preto, era predominantemente representada por Floresta Estacional Semidecidual, caracterizada pela perda parcial das folhas na estação mais seca. Atualmente é formado por um mosaico vegetacional composto por uma área reflorestada de 75 ha com espécies nativas (Pais e Varanda, 2010), jardins com espécies de plantas nativas e exóticas utilizadas em projetos de paisagismo urbano, além de uma vegetação predominantemente rasteira margeando o lago artificial (Silva, 1999). Sob a luz da hipótese dos distúrbios intermediários (Connell, 1978), a qual sugere que a diversidade de espécies é

alta em comunidades com a ocorrência de distúrbios moderados, o campus abrigaria uma vasta riqueza de espécies vegetais. Consequentemente, contemplaria diferentes grupos de polinizadores com recursos alimentares estruturados de maneira heterogênea no espaço e no tempo. O campus, de fato, abriga uma alta riqueza de abelhas solitárias e sociais (Camargo e Mazucato, 1984; Sofia, 1996; Silva et al., 2007), incluindo 16 espécies de abelhas sem ferrão distribuídas em aproximadamente 500 ninhos (Freitas et al., 2009). Com o objetivo de entender como uma área urbanizada mantém populações de polinizadores, principalmente de abelhas, nós estudamos a estrutura da comunidade vegetal do campus sob dois aspectos: avaliamos (1) a composição florística e a distribuição das síndromes de polinização na estratificação vertical e (2) a fenologia de floração e a distribuição espaço-temporal dos recursos florais com ênfase nas espécies de plantas polinizadas por abelhas.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no campus da Universidade de São Paulo (21° 10' 30'' S - 47°48'38'' W), localizado na cidade de Ribeirão Preto, nordeste do estado de São Paulo, Brasil, em uma altitude que varia de 510 a 800 m (Pais e Varanda, 2010). O campus abrange uma área de 574,75 ha e localiza-se em uma região com clima definido por duas estações marcadas: uma fria e seca (abril a setembro) e outra quente e chuvosa (outubro a março) (Fig. 1).

Figura 1. Distribuição da temperatura (°C) e precipitação média mensal (mm) em Ribeirão Preto entre abril de 2011 e março de 2012. Fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>).

2.2. Composição florística e distribuição das síndromes de polinização na estratificação vertical

A composição florística foi estudada em uma área representada por um raio de 500 m, totalizando 78 ha. O raio da área foi demarcado tendo como centro o meliponário experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), onde se encontram ninhos de abelhas sociais e solitárias.

Dentro dessa área, foram amostradas as espécies vegetais considerando toda a estratificação vertical, classificadas segundo seu hábito ou forma de vida: arbóreo, arbustivo, herbáceo, liana e epífita como sugerido por Silva et al. (2012).

As síndromes de polinização das espécies amostradas foram atribuídas segundo o método proposto por Faegri e Pijl (1979), em que são consideradas as características florais como tamanho, forma, simetria, cor, antese e odor. Paralelamente, foi consultada literatura sobre as espécies amostradas nesse estudo que já apresentavam aspectos da biologia floral,

biologia reprodutiva, visitantes florais e síndromes de polinização definidos. A síndrome para cada espécie foi designada segundo o agente polinizador: abelhas, beija-flores, besouros, borboletas, esfingídeos, mariposas, morcegos, moscas ou vento.

As espécies vegetais também foram classificadas quanto à ocorrência no Brasil: em nativas ou exóticas, e quanto ao uso ornamental. Para isso foi consultada literatura especializada (Lorenzi, 2008; Souza e Lorenzi, 2008; Forzza et al., 2010).

A nomenclatura botânica adotada foi a proposta pelo Angiosperm Phylogeny Group (APG) III (Chase e Reveal, 2009) e amostras de todo o material botânico coletado encontram-se depositadas no Herbário do Departamento de Biologia, FFCLRP-USP (Herbário SPFR).

2.3. Fenologia de floração e distribuição espaço-temporal dos recursos florais atrativos para as abelhas

Os dados de fenologia de floração foram coletados na mesma área e ao mesmo tempo em que foi feito o inventário das plantas. Mensalmente, durante cinco dias consecutivos entre abril de 2011 e março de 2012, a área amostral foi percorrida e o número de indivíduos por espécie em floração foi anotado para estimar a disponibilidade de recursos florais.

A distribuição espacial (estratos: hábito e forma de vida) e temporal (meses) dos recursos florais foi analisada somente para as espécies de plantas polinizadas por abelhas (Fig. 2).

Figura 2. Classificação das espécies vegetais segundo seu principal recurso disponibilizado. As espécies que disponibilizaram somente um recurso floral como principal atrativo para as abelhas foram analisadas de acordo com este recurso principal (P. pólen, N. néctar, O. óleo). As plantas que disponibilizaram dois recursos atrativos na mesma flor (NP. pólen+néctar, PO. pólen+óleo) foram analisadas em conjunto com aquelas que disponibilizaram apenas os recursos P, N, O sendo, portanto, contabilizadas duas vezes nas análises.

2.4. Análise de dados

Para avaliar a ocorrência de sazonalidade na floração e, conseqüentemente na disponibilidade de recursos florais atrativos para as abelhas, foi utilizado o teste de uniformidade de Rayleigh (Z) para distribuição circular (Zar, 1999) com nível crítico de 5% ($p < 0,05$). As distribuições de frequências foram plotadas nos histogramas circulares, em que os meses foram convertidos em ângulos, com início em 30° , que corresponde a janeiro, a 330° , que corresponde a dezembro, em intervalos de 30° . A partir dessa conversão, os parâmetros data média e concentração (r) de cada evento em torno desta data foram calculados. No histograma, o vetor indica o ângulo médio, o qual corresponde à data média ou período médio de ocorrência do evento.

As hipóteses testadas foram: H_0 = os recursos florais encontram-se distribuídos uniformemente ao longo de todo o ano e conseqüentemente não há sazonalidade e H_1 = os

recursos florais não se encontram distribuídos uniformemente ao longo do ano e consequentemente há sazonalidade. Se H_1 for corroborada, a intensidade da concentração de floração ao redor da data média, denotada por r , pode ser considerada a medida do grau de sazonalidade. Como descrito por Morellato et al. (2000), o valor de r pode variar de 0 (distribuição uniforme ao longo do ano) a 1 (concentração em um único mês).

Foi calculado o coeficiente de Pearson (r) (Zar, 1999) para verificar a relação entre o número de indivíduos que disponibilizaram recursos florais (pólen, néctar e óleo floral) e (1) a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e (2) a precipitação média mensal (mm). A análise foi feita utilizando o R versão 2.13.1 (R Development Core Team, 2011).

3. Resultados

3.1. Composição florística e distribuição das síndromes de polinização na estratificação vertical

Ao longo do período estudado no campus da USP-RP, foram identificadas 289 espécies distribuídas em 232 gêneros e 73 famílias botânicas (Anexo I). Do total de espécies amostradas, 270 são de uso ornamental, e dessas 65,40% são nativas. As espécies nativas considerando o total amostrado somaram 203 espécies. Leguminosae foi a família de maior riqueza, com 43 espécies, seguida por Asteraceae (19 espécies), Malvaceae (17), Solanaceae (14), Myrtaceae (12) e Bignoniaceae (11). Somadas a outras 11 famílias, concentraram 65,05% das espécies vegetais que floresceram na área (Fig. 3).

O estrato arbóreo apresentou a maior riqueza, com 130 espécies, seguido do estrato herbáceo (75 espécies), arbustivo (50), lianas (31) e epífitas (3).

Figura 3. Distribuição, em porcentagem, das espécies nas famílias botânicas mais bem representadas em riqueza no campus da USP - RP.

Dentre as síndromes de polinização identificadas na área estudada, as espécies polinizadas por abelhas foram as mais representativas, correspondendo a 67,47% do total, seguidas das espécies polinizadas por beija-flores (17,65% das espécies), borboletas (4,15%), morcegos (2,08%), mariposas (1,73%) vento (1,38%), moscas e esfingídeos (1,04%) e besouros (0,35%). As nove espécies restantes (3,11%) foram classificadas em síndromes mistas de polinização (Anexo I).

As espécies de plantas polinizadas por abelhas estiveram distribuídas em todos os estratos e chegou a representar mais de 70% das espécies arbóreas e lianas. As espécies polinizadas por beija-flores também se distribuíram por toda a estratificação vertical, sendo mais bem representadas pelas epífitas. Plantas polinizadas por morcegos e besouros foram representadas apenas no estrato arbóreo (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição, em porcentagem, das síndromes de polinização segundo seu agente considerando toda a estratificação vertical no campus da USP - RP.

Agente (%)	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Liana	Epífita
Abelha	77,78	47,17	58,67	78,13	33,33
Beija-flor	6,67	20,75	30,67	18,75	66,67
Borboleta	0,74	13,21	5,33	0	0
Mariposa	5,93	0	1,33	0	0
Morcego	5,19	0	0	0	0
Mosca	1,48	9,43	0	3,13	0
Vento	0,74	7,55	2,67	0	0
Esfingídeo	0,74	1,89	1,33	0	0
Besouro	0,74	0	0	0	0

3.2. Fenologia de floração e distribuição espaço-temporal dos recursos florais atrativos para as abelhas

Durante todo o período estudado foram encontradas espécies em floração (Anexo I), com variação no número de espécies polinizadas por abelhas distribuídas na estratificação vertical (Fig. 4). Ao longo do ano, foi observado o maior número de espécies em floração no estrato arbóreo, com pico de floração na transição entre as estações seca e chuvosa. No estrato herbáceo, as espécies que floresceram se distribuíram mais uniformemente ao longo do ano (Fig. 4).

Figura 4. Distribuição das espécies polinizadas por abelhas que floresceram na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP.

De maneira geral na área estudada, os recursos florais pólen e néctar foram disponibilizados pelas flores ao longo de todo o período estudado. A data média para a distribuição do pólen foi significativa ($Z=396,49$; $p<0,01$) e correspondeu ao mês de fevereiro, revelando um padrão sazonal, apesar da baixa concentração ($r=0,20$). O período com maior disponibilidade de pólen foi observado na estação chuvosa, com pico em janeiro (Fig. 5A). A data média para a distribuição do néctar também foi significativa ($Z=57,40$; $p<0,01$) e correspondeu ao mês de abril, revelando um padrão sazonal, apesar da baixa concentração ($r=0,07$). O período com maior número de indivíduos que disponibilizaram o néctar foi observado entre janeiro e maio, contudo o pico de disponibilidade foi observado em agosto (Fig. 5B). Ao contrário dos demais recursos, o óleo floral foi disponibilizado em apenas um período do ano, correspondente a seis meses. A data média para a distribuição do óleo foi significativa ($Z=8,14$; $p<0,01$) e correspondeu ao mês de dezembro, revelando um padrão sazonal marcado ($r=0,57$). Os meses com maior número de indivíduos que disponibilizaram o óleo foram outubro e fevereiro (Fig. 5C).

Houve correlação positiva entre o número de indivíduos que disponibilizaram o pólen

e a precipitação média mensal (Tabela 2).

Figura 5. Distribuição circular dos recursos florais disponibilizados para as abelhas, representada pelo número de indivíduos que floresceram entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. **(A)** Pólen. **(B)** Néctar. **(C)** Óleo floral. A linha no topo do vetor indica o desvio padrão.

Tabela 2. Correlação de Pearson entre o número de indivíduos que disponibilizaram recursos florais e os fatores climáticos entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. T=temperatura média mensal; P=precipitação média mensal.

	Pólen		Néctar		Óleo floral	
	T	P	T	P	T	P
Coefficiente de correlação (r)	0,54	0,59	0,05	-0,08	0,56	0,40
Valor de p	>0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Quando analisada a distribuição dos recursos florais na estratificação vertical, foi observada uma variação entre os estratos. A distribuição do pólen apresentou um padrão sazonal em todos os estratos, com variação no período de concentração entre eles (Tabela 3; Fig. 6A). No estrato arbóreo o período de maior disponibilidade de pólen foi observado na transição entre as estações seca e chuvosa. No estrato arbustivo, esse período esteve representado na estação seca, enquanto que no herbáceo, na estação chuvosa. Nas lianas, o período de maior disponibilidade de pólen foi observado na transição entre as estações chuvosa e seca.

Dentre todos os estratos, o pólen foi mais bem disponibilizado no estrato herbáceo (Fig. 6A). Nesse estrato, durante a estação chuvosa, as espécies que mais contribuíram para a disponibilidade de pólen em número de indivíduos foram *Bidens sulphurea*, *Dichorisandra thyrsiflora*, *Galinsoga parviflora*, *Sida rhombifolia*, *Solanum violaeifolium*, *Sphagneticola trilobata* e *Tradescantia pallida*. O segundo estrato mais representativo na disponibilidade do pólen, o arbóreo, apresentou espécies com floração massiva na estação seca, como *Eucalyptus citriodora*, *E. grandis*, *E. moluccana*, *Eugenia brasiliensis*, *E. involucrata*, *E. pyriformis*, *E. uniflora*, *Montanoa bipinnatifida*, *Myracrodruon urundeuva*, *Nectandra megapotamica* e *Persea americana*.

A distribuição do néctar apresentou um padrão sazonal em todos os estratos, com exceção do arbustivo (Tabela 3). A maior concentração de néctar foi observada em todos os estratos no período que compreende a estação seca, com exceção do herbáceo que apresentou

um segundo pico também na estação chuvosa (Fig. 6B).

Dentre todos os estratos, o estrato herbáceo também foi o mais importante na disponibilidade do néctar ao longo de todo o ano (Fig. 6B). Nesse estrato, ambas as estações estiveram bem representadas em abundância de indivíduos em floração, pertencentes às espécies *B. sulphurea*, *Crepis japonica*, *Commelina erecta*, *Cuphea gracilis*, *Oxalis corymbosa*, *S. trilobata*, *T. pallida* e *Tridax procumbens*. O estrato arbóreo, embora tenha sido representado por menor número de indivíduos quando comparado com o estrato herbáceo, foi também importante ao disponibilizar néctar em abundância na estação seca em razão da floração massiva de *Gliricidia sepium*, *Handroanthus impetiginosus*, *H. heptaphyllus*, *H. roseo-albus*, *H. vellosi* e *M. urundeuva*.

O óleo foi disponibilizado pelas flores somente em dois estratos: arbustivo e liana, sendo o primeiro o mais representativo. A data média de distribuição do óleo no estrato arbustivo foi significativa ($Z=7,83$; $p<0,01$) e correspondeu ao mês de dezembro, revelando um padrão sazonal marcado ($r=0,58$) em função da floração de *Malpighia emarginata* durante a estação chuvosa. A espécie *Heteropterys anoptera* foi a única liana, a qual floresceu apenas em fevereiro.

As epífitas foram representadas apenas por uma única espécie de Orchidaceae (*Dendrobium nobile*), com dois indivíduos que disponibilizaram o néctar como principal recurso atrativo para as abelhas em fevereiro.

Tabela 3. Teste de uniformidade de Rayleigh (Z) para distribuição circular dos recursos florais disponibilizados para as abelhas na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP.

Teste	Pólen			
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Liana
Observações (N)	1285	215	8397	395
Data média	novembro	outubro	fevereiro	março
Teste de uniformidade de Rayleigh (Z)	18,08	8,17	408,45	37,98
Teste de uniformidade de Rayleigh (p)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Concentração (r)	0,12	0,18	0,22	0,31
Néctar				
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Liana
Observações (N)	1451	220	8429	686
Data média	agosto	-	março	março
Teste de uniformidade de Rayleigh (Z)	50,89	1,98	95,50	49,28
Teste de uniformidade de Rayleigh (p)	<0,01	>0,05	<0,01	<0,01
Concentração (r)	0,19	0,09	0,11	0,27

Figura 6. Distribuição circular dos recursos florais disponibilizados para as abelhas na estratificação vertical entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. (A) Pólen; (B) Néctar. A linha no topo do vetor indica o desvio padrão.

4. Discussão

A alta riqueza de espécies vegetais encontrada no campus da USP em Ribeirão Preto é uma característica comum a muitas áreas urbanas, devido, principalmente, ao favorecimento do fator ornamentação nesses ambientes. Mais da metade das espécies ornamentais amostradas na área de estudo são nativas ao Brasil, evidenciando que o incremento da ornamentação, e consequentemente da riqueza de plantas em cidades, nem sempre está associado a adição de espécies vegetais exóticas como discutido por Acar et al. (2007) e McKinney (2008). Estudos que avaliaram a composição florística em cidades na China (Jim, 2002), em países europeus (Celesti-Grapow e Blasi, 1998; Lososova et al., 2012) e no Brasil como na cidade de São Paulo (Groppo e Pirani, 2005) também encontraram áreas ricas em espécies nativas aos respectivos países. O planejamento de áreas verdes urbanas usando plantas nativas é importante do ponto de vista conservacionista, pois favorece a manutenção de uma vasta riqueza de interações entre as populações de plantas-polinizadores. Por exemplo, em lugares cujo incremento de áreas verdes é feita com espécies vegetais exóticas, populações de insetos generalistas quanto à alimentação são menos impactadas, ao passo que as populações de insetos especialistas são severamente afetadas pela retirada de suas fontes nativas (Zanette et al., 2005; Nates-Parra et al., 2006; Frankie et al., 2009; Bergerot et al., 2010). Comunidades de beija-flores em áreas urbanas também podem sofrer mudanças na composição devido à utilização de espécies de plantas exóticas no manejo de áreas verdes urbanas (Chace e Walsh, 2006).

As famílias botânicas mais bem representadas neste estudo, Leguminosae, Asteraceae, Malvaceae, Solanaceae, Myrtaceae e Bignoniaceae agrupam espécies que são utilizadas para incrementar o valor estético nas cidades (Lorenzi, 2008). Muitas espécies dessas famílias, incluindo espécies amostradas no presente estudo, apresentam floração em massa, copas densas, flores vistosas e recursos florais atrativos aos diferentes grupos de visitantes e

polinizadores em abundância. Em razão dessas características muitas espécies dessas famílias são frequentemente usadas na composição de canteiros em avenidas, jardins em praças e casas, valorizando o paisagismo urbano.

A representatividade dos estratos arbóreo e herbáceo no campus, quanto ao número de espécies também é comumente observada em outras áreas urbanas (Acar et al., 2007; Wojcik et al., 2008). Ao contrário do corte seletivo de árvores em áreas naturais para o uso de madeira, nas áreas urbanas a riqueza de espécies nesse estrato é mantida principalmente em virtude do seu uso para sombreamento. Já no estrato herbáceo o predomínio de espécies anuais, com ciclos de vida curtos (Munhoz e Felfili, 2006), faz com que a composição florística seja bem mais dinâmica do que no estrato arbóreo, pois, para manter flores nesse estrato durante o ano todo, são necessárias a adição, remoção e substituição de espécies. Essa prática de jardinagem no paisagismo explica em grande parte a diversidade de espécies herbáceas no campus da USP-RP.

O estrato arbóreo, por ter sido o mais bem representado em número de espécies, apresentou plantas polinizadas por todos os agentes. As espécies arbóreas constituíram, dessa maneira, um importante componente da vegetação na área estudada contribuindo para a manutenção da riqueza de polinizadores. Do ponto de vista do polinizador, as abelhas e os beija-flores foram os agentes mais contemplados, com espécies melitófilas e ornitófilas em todos os estratos. Plantas com essas síndromes apresentam flores com alto valor ornamental para o paisagismo urbano, o que explica a riqueza dessas espécies na área estudada. Flores visitadas por beija-flores, por exemplo, apresentam abertura (antese) diurna, corolas tubulares de diferentes tamanhos e coloração vívida, como o azul e o vermelho. Já as flores visitadas por abelhas, além de apresentarem antese diurna, possuem corolas com as mais variadas formas, como por exemplo, tubulares, campânulas, taça ou em forma de estandarte. As pétalas das flores melitófilas também apresentam as mais variadas cores (amarelo, azul, branco,

laranja, rosa e vermelho), além de serem odoríferas ao olfato humano (Faegri e Pijl, 1979; Silva e Torezan-Silingardi, 2008).

A análise separada dos estratos e da distribuição das síndromes de polinização no campus da USP-RP, possibilitou verificar a existência de uma heterogeneidade espacial na disponibilidade de recursos atrativos aos polinizadores, em especial às abelhas. Em áreas de Floresta Estacional Semidecidual também foi observada uma alta ocorrência de plantas polinizadas por abelhas, em diferentes proporções nos estratos estudados (Kinoshita et al., 2006; Yamamoto et al., 2007). A fração representativa de plantas polinizadas por abelhas em toda a estratificação também foi observada em áreas de cerrado por Martins e Batalha (2007) e por Silva et al. (2012). Nesse último estudo, espécies polinizadas exclusivamente ou principalmente por abelhas representaram até 100% nas lianas.

O florescimento de espécies o ano todo no campus da USP-RP promoveu uma disponibilidade contínua de recursos florais atrativos para as abelhas. Como a vegetação em áreas urbanas reflete as preferências e necessidades humanas, a floração contínua é favorecida ao se utilizarem espécies com diferentes períodos de floração, além daquelas com períodos de floração longos. Dessa forma, as abelhas se beneficiam com a disponibilidade de recursos florais usados na sua alimentação, mantendo seus ninhos em atividades em áreas urbanizadas durante todo o ano. Um estudo fenológico feito no campus da Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil, uma área urbanizada, também mostrou que espécies arbóreo-arbustivas floresceram o ano inteiro, sem uma sazonalidade marcada (Agostini e Sazima, 2003).

A representatividade do estrato arbóreo em riqueza de espécies que floresceram ao longo de todo o ano no campus da USP evidencia a importância das abelhas para o sucesso reprodutivo das plantas nesse estrato, bem como dessas plantas na manutenção das populações de abelhas. Na área estudada, dentre os gêneros de plantas arbóreas que dependem exclusivamente das abelhas para a sua polinização estão aqueles pertencentes às famílias

Dilleniaceae (*Dillenia*), Leguminosae (*Senna* e *Cassia*), Melastomataceae (*Tibouchina*) e Solanaceae (*Solanum*). As flores de espécies pertencentes a esses gêneros são polinizadas por abelhas que vibram as anteras para a liberação do pólen, tais como as dos gêneros *Bombus*, *Epicharis* e *Xylocopa* (Buchmann, 1983). Outra espécie como *Gliricidia sepium* (Leguminosae), que possui flores de néctar, necessita obrigatoriamente de um agente biótico para a polinização, neste caso abelhas do gênero *Xylocopa* e *Eulaema* (Kiill e Drumond, 2001).

Picos de floração de espécies arbóreas na transição entre as estações seca e chuvosa foram relatados também em áreas de Floresta Estacional Semidecidual (Mikich e Silva, 2001) e cerrado sentido restrito (Lenza e Klink, 2006), evidenciando um padrão fenológico para regiões tropicais com climas sazonais, mesmo para áreas urbanizadas que tiveram a vegetação original removida. O campus possui ainda uma área reflorestada com espécies típicas de Floresta Estacional Semidecidual (Pais e Varanda, 2010), as quais podem ter contribuído para o padrão encontrado no presente estudo.

A floração de espécies arbóreas durante a estação seca pode ser favorecida em razão de seu sistema radicular que, por sua vez, influencia em seu sistema reprodutivo. As árvores têm acesso à água durante o ano todo por desenvolverem raízes profundas o que as tornam capazes de se reproduzirem na estação com baixa precipitação, e deixar para a estação chuvosa a função de estocar água para sustentar atividades futuras (Sarmiento e Monasterio, 1983). O ciclo de vida das herbáceas, ao contrário, é limitado pela disponibilidade de água em função de sistemas radiculares subterrâneos superficiais. Assim, a floração nesse estrato é favorecida na estação chuvosa (Sarmiento e Monasterio, 1983). Por outro lado, em áreas urbanas a irrigação pode influenciar na produção contínua de flores (Wojcik et al., 2008), principalmente nos indivíduos de porte arbustivo e herbáceo.

No campus de maneira geral, os recursos pólen, néctar e óleo floral foram

disponibilizados mais abundantemente para as abelhas na transição da estação seca para a chuvosa e na estação chuvosa. Esta última estação concentrou principalmente a disponibilidade de pólen, a qual se relaciona com a sazonalidade do regime de chuvas na área. Em ambientes tropicais, o padrão de floração, e consequentemente a disponibilidade de recursos, está fortemente associada a variações sazonais na precipitação (van Schaik et al., 1993).

As variações nos períodos de maior disponibilidade de pólen e néctar entre os estratos ao longo do ano é um fator importante na manutenção das populações de abelhas. A assincronia observada na distribuição do pólen nos diferentes estratos garante a disponibilidade contínua desse recurso, o qual é a principal fonte proteica usada na alimentação de adultos e imaturos (Mincley e Roulston, 2006). A assincronia na distribuição do néctar foi bem mais discreta quando comparada ao pólen, pois grande parte dos indivíduos que disponibilizaram esse recurso nos diferentes estratos floresceram durante a estação seca.

A estimativa da distribuição tanto do pólen quanto do néctar no estrato herbáceo mostrou que esse estrato foi o mais bem representado para a disponibilidade desses recursos, principalmente durante a estação chuvosa. Em contrapartida, durante a estação seca, a qual apresenta menor disponibilidade de recursos de maneira geral, o estrato arbóreo foi importante e se destacou por possuir espécies cujos indivíduos apresentaram floração em massa como as dos gêneros *Eucalyptus* e *Eugenia*, importantes fontes de pólen. As flores que disponibilizam o néctar como principal recurso na área na estação seca, como as dos gêneros *Gliricidia* e *Handroanthus*, são fontes bastante atrativas para as abelhas, pois, pela ausência de chuva, sofrem menos danos mecânicos e não têm seu néctar diluído (Janzen, 1967), o que significa um alimento muito energético. Ao disponibilizarem recursos abundantemente em um curto período de tempo, tais espécies representam fontes lucrativas e, de fato, são exploradas intensamente pelas abelhas (Gentry, 1974; Ramalho, 1990; Wilms et al., 1996;

Ramalho, 2004). Esse tipo de floração com picos rápidos e sincrônicos entre indivíduos é vantajoso para as plantas do ponto de vista populacional, pois o fluxo de pólen entre flores de indivíduos diferentes, aumentando as chances de polinização cruzada, é garantido pelo aumento da atração dos agentes polinizadores (Augspurger, 1981; van Schaik et al., 1993), neste caso as abelhas. Ainda na estação seca, em decorrência da queda foliar acentuada de espécies nativas de Floresta Estacional Semidecidual, as flores se tornariam mais visíveis aos polinizadores, os quais voariam livremente entre elas em busca de recurso alimentar. Tal hipótese foi abordada por Janzen (1967) em seu estudo sobre a floração de espécies arbóreas durante a estação seca na América Central.

O óleo floral foi o recurso menos comum na área devido à floração de apenas duas espécies de Malpighiaceae, uma liana nativa (*Heteropterys anoptera*) que floresceu em um período bem restrito do ano e outra cultivada como arbusto (*Malpighia emarginata*), que apresentou um período de floração intenso nos meses de outubro, janeiro e fevereiro, com flores esporádicas nos demais meses. Espécies de Malpighiaceae são altamente especialistas quanto aos polinizadores. Entre eles, estão as abelhas fêmeas da tribo Centridini, que utilizam o óleo na dieta de suas larvas em substituição ao néctar e também no revestimento das células de crias (Anderson, 1979; Alves-dos-Santos et al., 2007). No campus, a maior disponibilidade de óleo ocorreu na estação chuvosa, a qual coincide com o período de maior atividade de nidificação e forrageamento de espécies do grupo Centridini na área (Alonso et al., 2012) e também em área nativa de Floresta Estacional Semidecidual (Aguiar e Garófalo, 2004), evidenciando a sincronia na floração de Malpighiaceae e o período reprodutivo de abelhas coletoras de óleo.

A riqueza de espécies e sua distribuição na estratificação vertical contribuíram para a heterogeneidade espacial das síndromes de polinização, da fenologia de floração e da disponibilidade de recursos florais ao longo do ano, evidenciando a importância do campus na

manutenção de comunidades de visitantes florais e polinizadores de maneira geral, e em particular das abelhas. Nesse estudo, as abelhas podem ser responsáveis pela polinização de quase 70% das espécies amostradas. Em contrapartida, essa riqueza de plantas melitófilas no campus da USP-RP possibilita a manutenção da comunidade de abelhas compostas por espécies sociais e solitárias (Camargo e Mazucato, 1984; Sofia, 1996; Silva et al., 2007; Freitas et al., 2009). Esse estudo mostra que o campus, de acordo com o padrão de distribuição espaço-temporal dos recursos florais, pode funcionar como uma área de refúgio e manutenção das abelhas, oferecendo não somente alimento, mas também lugares para nidificação (Freitas et al., 2009; Oliveira et al., 2013). Estudos mostram que as cidades funcionam como áreas de refúgio para abelhas Euglossini (López-Urbe et al., 2008), Bombini (McFrederick e LeBuhn, 2006), Meliponini (Oliveira et al., 2013) e também abelhas solitárias (Silva et al., 2007). A cidade de Ribeirão Preto encontra-se localizada em meio a uma matriz de cana-de-açúcar e esse trabalho fornece subsídio para o manejo de áreas verdes em outras partes da cidade, assim como para cidades localizadas na mesma região, visando a conservação da riqueza da comunidade de polinizadores já existente, assim como a atração de novas populações. O presente estudo também disponibiliza uma lista de plantas com suas respectivas síndromes de polinização que podem ser usadas para o enriquecimento de áreas em processo de recuperação no entorno da cidade, em parques ecológicos, praças, escolas e projetos de paisagismo em empreendimentos de construção civil, visando uma paisagem mais amigável aos polinizadores que vêm sofrendo um declínio em suas populações em função da perda de áreas naturais (Potts et al., 2010).

5. Referências bibliográficas

- Acar C, Acar H, Eroglu E (2007) Evaluation of ornamental plant resources to urban biodiversity and cultural changing: A case study of residential landscapes in Trabzon city (Turkey). *Building and Environment*. 42(1): 218-229.
- Agostini K, Sazima M (2003) Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da

- Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. *Bragantia*. 62(3): 335-343.
- Aguiar CML, Garófalo CA (2004) Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*. 21(3): 477-486.
- Almeida RfD, Sordi SJD, Garcia RJF (2010) Aspectos florísticos, históricos e ecológicos do componente arbóreo do Parque da Independência, São Paulo, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. 5(3): 18-41.
- Alonso JDS, Silva JF, Garófalo CA (2012) The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*. 43(4): 436-448.
- Alves-dos-Santos I, Machado IC, Gaglianone MC (2007) Natural history of the oil-collecting bees. *Oecologia Brasiliensis*. 11(4): 544-557.
- Alves JE, Freitas BM (2006) Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agronômica*. 37(2): 216-220.
- Anderson WR (1979) Floral conservatism in neotropical Malpighiaceae. *Biotropica*. 11(3): 219-223.
- Araújo LDA, Quirino ZGM, Machado IC (2011) Reproductive phenology, floral biology and pollination of *Allamanda blanchetii*, an Apocynaceae endemic of the Caatinga. *Revista Brasileira de Botânica*. 34(2): 211-222.
- Augspurger CK (1981) Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology*. 62(3): 775-788.
- Baker HG (1975) Sugar concentrations in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica*. 7(1): 37-41.
- Bergerot B, Fontaine B, Renard M, Cadi A, Julliard R (2010) Preferences for exotic flowers do not promote urban life in butterflies. *Landscape and Urban Planning*. 96(2): 98-107.
- Boaventura YMS, Matthes LAF (1987) Aspectos da biologia da reprodução em plantas ornamentais cultivadas no Estado de São Paulo: I - *Dichorisandra Thyrsiflora* Mikan (Commelinaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 1(2): 189-199.
- Bolund P, Hunhammar S (1999) Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*. 29(2): 293-301.
- Buchmann SL (1983) Buzz pollination in angiosperms. *Handbook of experimental pollen biology*. 73-113.
- Buchmann SL (1985) Bees use vibration to aid pollen collection from non-poricidal flowers. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 58(3): 517-525.
- Buchmann SL, Cane JH (1989) Bees assess pollen returns while sonicating *Solanum* flowers. *Oecologia*. 81(3): 289-294.
- Calley M, Braithwaite RW, Ladd PG (1993) Reproductive biology of *Ravenala madagascariensis* Gmel. as an alien species. *Biotropica*. 25(1): 61-72.
- Camargo JMF, Mazucato M (1984) Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Dusenía*. 14(2): 55-87.
- Cane JH, Minckley RL, Kervin LJ, Roulston TH, Williams NM (2006) Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological Applications*. 16(2): 632-644.
- Carneiro LT, Martins CF (2012) Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. *Apidologie*. 43(4): 474-486.
- Carvalho AG, Maeda JM (1997) Biologia floral de *Leucaena leucocephala* (Leguminosae, Mimosoideae). *Floresta e Ambiente*. 4 13-20.

- Celesti-Grapow L, Blasi C (1998) A comparison of the urban flora of different phytoclimatic regions in Italy. *Global Ecology and Biogeography*. 7(5): 367-378.
- Cesario LF, Gaglianone MC (2008) Floral biology and reproductive phenology of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) in the restinga of northern Rio de Janeiro State. *Acta Botanica Brasilica*. 22(3): 828-833.
- Chace JF, Walsh JJ (2006) Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*. 74(1): 46-69.
- Chase MW, Reveal JL (2009) A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161(2): 122-127.
- Chaves EMF, Barros RFMd, Araujo FSd (2007) Flora apícola do Carrasco no município de Cocal, Piauí, Brasil. *Revista brasileira de biociências*. 5(S1): 555-557.
- Chouteau M, Gibernau M, Barabe D (2008) Relationships between floral characters, pollination mechanisms, life forms, and habitats in Araceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 156(1): 29-42.
- Clark PJ, Reed JM, Chew FS (2007) Effects of urbanization on butterfly species richness, guild structure, and rarity. *Urban Ecosystems*. 10(3): 321-337.
- Connell JH (1978) Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*. 199(4335): 1302-1310.
- Consolaro H, Silva EB, Oliveira PE (2005) Variação floral e biologia reprodutiva de *Manettia cordifolia* Mart. (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 28(1): 85-94.
- D'Ávila M, Marchini LC (2005) Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. *Boletim da Indústria Animal*. 62(1): 79-90.
- Eisikowitch D, Rotem R (1987) Flower orientation and color change in *Quisqualis indica* and their possible role in pollinator partitioning. *Botanical Gazette*. 148(2): 175-179.
- Eltz T, Bruhl CA, Van der Kaars S, Chey, VK, Linsenmair KE (2001) Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. *Insectes Sociaux*. 48(3): 273-279.
- Endress PK (1997) Relationships between floral organization, architecture, and pollination mode in *Dillenia* (Dilleniaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 206(1-4): 99-118.
- Faden RB (1992) Floral attraction and floral hairs in the Commelinaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 79(1): 46-52.
- Faegri K, Pijl LVD (1979) The principles of pollination ecology, third ed. Pergamon Press, New York.
- Faria LB, Aleixo KP, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI (2012) Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche* (New York). 2012 12.
- Figueiredo RA, Oliveira AA, Zacharias MA, Barbosa SM, Pereira FF, Cazela GN, Viana JP, Camargo RA (2008) Reproductive Ecology of the exotic tree *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae) in southeastern Brazil. *Revista Arvore*. 32(6): 993-999.
- Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Carvalho-Júnior AA, Costa A, Costa DP, Hopkins M, Leitman PM, Lohmann LG, Maia LC, Martinelli G, Menezes M, Morim MP, Coelho MAN, Peixoto AL, Pirani JR, Prado J, Queiroz LP, Souza VC, Stehmann JR, Sylvestre LS, Walter BMT, Zappi D (2010) Catálogo das plantas e fungos do Brasil, first ed. Andrea Jakobsson Estúdio & Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Frankie GW, Thorp RW, Hernandez H, Rizzardi M, Ertter B, Pawelek JC, Witt SL, Schindler M, Coville R., Wojcik VA (2009) Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. *California Agriculture*. 63(3): 113-120.
- Freeman CE, Worthington RD, Jackson MS (1991) Floral nectar sugar compositions of some south and southeast Asian species. *Biotropica*. 23(4): 568-574.

- Freitas BM, Alves JE, Brandão GF, Araujo ZB (1999) Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*. 133 303-311.
- Freitas GS, Assis AF, Souza CCM, Sousa J, Soares AEE (2009) O doce lar das abelhas indígenas sem ferrão. *Mensagem Doce*. 100: 15-20.
- Galetto L (1995) Nectary structure and nectar characteristics in some Bignoniaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 196(1-2): 99-121.
- Gentry AH (1974) Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*. 6(1): 64-68.
- Gonçalves CBS, Silva CB, Mota JH, Soares TS (2008) Atividade de insetos em flores de *Ocimum gratissimum* L. e suas interações com fatores ambientais. *Revista Caatinga*. 21(3): 128-133.
- Grombone-Guaratini MT, Solferini VN, Semir J (2004) Reproductive biology in species of *Bidens* L. (Asteraceae). *Scientia Agricola*. 61(2): 185-189.
- Grosso M, Pirani JR (2005) Levantamento florístico das espécies de ervas, subarbustos, lianas e hemiepífitas da mata da Reserva da Cidade Universitária "Armando Salles Oliveira". *Boletim de Botânica (USP)*. 23(2): 141-233.
- Haber WA (1984) Pollination by deceit in a mass-flowering tropical tree *Plumeria rubra* L. (Apocynaceae). *Biotropica*. 16(4): 269-275.
- Heard TA (1999) The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*. 44 183-206.
- Jacobi CM, Carmo FF (2011) Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. 25(2): 395-412.
- Janzen DH (1967) Synchronization of sexual reproduction of trees within dry season in Central America. *Evolution*. 21(3): 620-637.
- Jim CY (2002) Heterogeneity and differentiation of the tree flora in three major land uses in Guangzhou City, China. *Annals of Forest Science*. 59(1): 107-118.
- Jurgens A, Webber AC, Gottsberger G (2000) Floral scent compounds of Amazonian Annonaceae species pollinated by small beetles and thrips. *Phytochemistry*. 55(6): 551-558.
- Kajobe R (2007) Botanical sources and sugar concentration of the nectar collected by two stingless bee species in a tropical African rain forest. *Apidologie*. 38(1): 110-121.
- Kay KM, Reeves PA, Olmstead RG, Schemske DW (2005) Rapid speciation and the evolution of hummingbird pollination in neotropical *Costus* subgenus *Costus* (Costaceae): evidence from nrDNA ITS and ETS sequences. *American Journal of Botany*. 92(11): 1899-1910.
- Kiill LHP, Drumond MA (2001) Biologia floral e sistema reprodutivo de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae- Papilionoidae) na região de Petrolina, Pernambuco. *Ciência Rural*. 31(4): 597-601.
- Kiill LHP, Martins CTVD, Silva PP (2010) Biologia reprodutiva de duas espécies de Anacardiaceae da caatinga ameaçadas de extinção. In: Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos (eds. Albuquerque UP, Moura EL, Araújo EL), p. 337-364. Canal6, Bauru.
- Kimmel TM, do Nascimento LM, Piechowski D, Sampaio EVSB, Nogueira Rodal MJ, Gottsberger G (2010) Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. *Flora*. 205(8): 540-547.
- Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, Spinelli T, Ahn YJ, Constâncio SS (2006) Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São

- Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 20(2): 313-327.
- Knoll FRN, Bego LR, Imperatriz-Fonseca VL (1993) As abelhas em áreas urbanas: um estudo no campus da Universidade de São Paulo. In: Flores e abelhas em São Paulo (eds. Pirani JR, Cortopassi-Laurino M), p. 31-42. Edusp/Fapesp, São Paulo.
- Kronstedt-Robards E (1996) Formation of the pollen-aggregating threads in *Strelitzia reginae*. *Annals of Botany*. 77(3): 243-250.
- Krug CA, Mendes PT (1942) Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) I: plano geral dos trabalhos em execução nas seções de genética e plantas oleaginosas do instituto agrônomo do estado de São Paulo. *Bragantia*. 2(5): 129-154.
- Lemes R, Ritter CD, Moraes ABB (2008) Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Revista Biotemas*. 21(4): 91-98.
- Lenza E, Klink CA (2006) Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(4): 627-638.
- Lenzi M, Orth AI, Laroca S (2003) Wild bees (Hym., Apoidea): assemblage of visitors of *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), in the "Ilha de Santa Catarina" (southern Brazil). *Acta Biologica Paranaense*. 32(1-4): 107-127.
- López-Urbe MM, Oi CA, Del Lama MA (2008) Nectar-foraging behavior of Euglossine bees (Hymenoptera : Apidae) in urban areas. *Apidologie*. 39(4): 410-418.
- Lorenzi H (2008) Plantas ornamentais no Brasil, fourth ed. Plantarum, Nova Odessa.
- Lososová Z, Chytrý M, Tichý, L, Danihelka J, Fajmon K, Hájek O, Kintrová K, Kühn I, Láníková D, Otýpková Z, Řehořek V (2012) Native and alien floras in urban habitats: a comparison across 32 cities of central Europe. *Global Ecology and Biogeography*. 21(5): 545-555.
- Luz CFP, Thome ML, Barth OM (2007) Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica*. 30(1): 29-36.
- Machado CG, Semir J (2006) Flowering phenology and floral biology of some ornitophilous Bromeliaceae of an Atlantic forest area in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 29(1): 163-174.
- Machado ICS, Sazima M (1987) Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). *Revista Brasileira de Biologia*. 47(3): 425-436.
- Maia-Silva C, Silva CI, Hrcir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL (2012) Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga, first ed. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza.
- Maimoni-Rodella RCS, Yanagizawa YANP (2007) Floral biology and breeding system of three *Ipomoea* weeds. *Planta Daninha*. 25(1): 35-42.
- Malerbo-Souza DT (2011) Forage behavior of visitor insects on pomegranate flowers (*Punica granatum* L.). *Magistra*. 23(3): 122-128.
- Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, Toledo VAA (2004) Bees visits associated to brazilian grape tree flowers (*Myrciaria cauliflora* Berg.) and fruit production. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 26(1): 1-4.
- Malerbo-Souza DT, Toledo VAA, Silva SR, Sousa FF (2000) Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum Agronomy*. 22(4): 937-941.
- Marais DLD, Rausher MD (2010) Parallel evolution at multiple levels in the origin of hummingbird pollinated flowers in *Ipomoea*. *Evolution*. 64(7): 2044-2054.
- Marques AR, Lemos Filho JP (2008) Reproductive phenology of bromeliad species at Serra da Piedade, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. 22(2): 417-424.
- Martins FQ, Batalha MA (2007) Vertical and horizontal distribution of pollination systems in

- cerrado fragments of Central Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology. 50(3): 503-514.
- Matteson KC, Ascher JS, Langellotto GA (2008) Bee richness and abundance in New York city urban gardens. *Annals of the Entomological Society of America*. 101(1): 140-150.
- Melazzo AFO, Oliveira PE (2012) *Cuphea melvilla* Lindlay (Lythraceae): uma espécie do Cerrado polinizada por beija-flores. *Acta Botanica Brasilica*. 26(2): 281-289.
- McFrederick QS, LeBuhn G (2006) Are urban parks refuges for bumble bees *Bombus* spp. (Hymenoptera : Apidae)? *Biological Conservation*. 129(3): 372-382.
- McIntyre NE (2000) Ecology of urban arthropods: A review and a call to action. *Annals of the Entomological Society of America*. 93(4): 825-835.
- McKinney ML (2008) Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*. 11(2): 161-176.
- Mendonça LB, Anjos L (2005) Hummingbirds (Aves, Trochilidae) and their flowers in an urban area of southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(1): 51-59.
- Mikich SB, Silva SM (2001) Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 15(1): 89-113.
- Mincley RL, Roulston TH (2006) Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: *Specialization and generalization in plant-pollinator interactions* (ed. Waser NM, Ollerton J), p. 69-98. The University of Chicago Press, Chicago.
- Modro AFH, Message D, Luz CFPd, Meira Neto JAA (2011) Flora de importância polinífera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. *Revista Arvore*. 35(5): 1145-1153.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencke CC, Romera EC, Zipparro VB (2000) Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. *Biotropica*. 32(4B): 811-823.
- Munhoz CBR, Felfili JM (2006) Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 20(3): 671-685.
- Nates-Parra G, Alejandro PH, Rodriguez A, Baquero P, Velez D (2006) Wild bees (Hymenoptera: Apoidea) in urban ecosystem: Preliminary survey in the city of Bogota and its surroundings. *Revista Colombiana De Entomologia*. 32(1): 77-84.
- Neves EL, Machado IC, Viana BF (2011) Sistemas de polinização e de reprodução de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) na Caatinga, semi-árido do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 34(4): 553-563.
- Oliveira RC, Menezes C, Egea Soares AE, Imperatriz-Fonseca VL (2013) Trap-nests for stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*. 44(1): 29-37.
- Pais MP, Varanda EM (2010) Arthropod recolonization in the restoration of a semideciduous forest in southeastern Brazil. *Neotropical Entomology*. 39(2): 198-206.
- Pickens AL (1931) Some flowers visited by birds. *Condor Berkeley*. 33 23-28.
- Pinheiro M, Sazima M (2007) Visitantes florais e polinizadores de seis espécies arbóreas de Leguminosae melitófilas na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista brasileira de biociências*. 5(S1): 447-449.
- Pires MMY, Souza LAd, Terada Y (2004) Biologia floral de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) ocorrente em vegetação ripária da ilha Porto Rico, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 26(2): 209-215.
- Polatto LP, Dutra JCS, Junior VVA (2007) Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes. *Revista de Biologia Neotropical*. 4(1): 46-57.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(6):

- 345-353.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Raju AJS, Raju VK, Victor P, Naidu SA (2001) Floral ecology, breeding system and pollination in *Antigonon leptopus* L. (Polygonaceae). *Plant Species Biology*. 16(2): 159-164.
- Ramvalho M (1990) Foraging by stingless bees of the genus, *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research*. 29(2): 61-67.
- Ramvalho M (2004) Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*. 18 37-47.
- Ribeiro LF, Tabarelli M (2002) A structural gradient in cerrado vegetation of Brazil: changes in woody plant density, species richness, life history and plant composition. *Journal of Tropical Ecology*. 18 775-794.
- Rocha EA, Agra MF (2002) Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. *Acta Botanica Brasilica*. 16(1): 15-21.
- Santos MFO, Queiroz EP, Pigozzo CM (2009) Síndromes de polinização em fragmento urbano de mata atlântica do 19º batalhão de caçadores, Cabula, Salvador, Bahia. *Candombá – Revista Virtual*. 5(1): 26-39.
- Sarmiento G, Monasterio M (1983) Life forms and phenology In: *Ecosystems of the world tropical savannas* (ed. Bourliere F), p. 79-108. Elsevier Amsterdam.
- Schoeninger K, Somavilla A, Köhler A (2012) Comunidade de insetos visitantes florais de *Ocimum selloi* Benth (Lamiaceae) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil *Revista Biotemas*. 25(1): 55-63.
- Sigrist MR, Sazima M (2002) *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): Flowering phenology, pollination biology and reproduction. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(1): 35-42.
- Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1988) A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*. 48(4): 651-663.
- Silva ALGd, Pinheiro MCB (2007) Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 21(1): 235-247.
- Silva CI, Araujo G, Oliveira PEAM (2012) Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no triângulo Mineiro, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 26(4): 748-760.
- Silva CI, Augusto SC, Sofia SH, Moscheta IS (2007) Bee diversity in *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importance for pollination and fruit production. *Neotropical Entomology*. 36(3): 331-341.
- Silva CI, Torezan-Silingardi HM (2008) Reproductive biology of tropical plants. In: *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)* (ed. EOLSS/UNESCO), p. 55-82. EOLSS, Paris.
- Silva LHS (1999) Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. 59(2): 281-303.
- Smith AR, Lopez Quintero IJ, Moreno Patino JE, Roubik DW, Weislo WT (2012) Pollen use by Megalopta sweat bees in relation to resource availability in a tropical forest. *Ecological Entomology*. 37(4): 309-317.
- Soares GR, Oliveira AAP, Silva ARM (2012) Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from an urban park in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. *Biota Neotropica*. 12(4): 209-217.
- Sofia SH (1996) As abelhas e suas visitas às flores em duas áreas urbanas. Tese, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. 236p.

- Souza JA, Correia MCR (2007) Biologia floral de *Hedychium coronarium* Koen. (Zingiberaceae). Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. 13(1): 21-30.
- Souza LA, Moscheta IS (2000) Morfo-anatomia e aspectos da biologia floral de *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (Lauraceae). Acta Botanica Brasilica. 14(1): 15-25.
- Souza VC, Lorenzi H (2008) Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II, second ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Steiner J, Zillikens A, Kamke R, Pickbrenner Feja E, Falkenberg DdB (2010) Bees and melittophilous plants of secondary atlantic forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. Oecologia Australis. 14(1): 16-39.
- Taura HM, Laroca S (2001) The assemblage of wild bees of an urban biotope of Curitiba (Brazil), with spatio-temporal comparisons: relative abundance, diversity, phenology and exploitation of resources (Hymenoptera, Apoidea). Acta Biologica Paranaense. 30(1-4): 35-137.
- Taylor CM (1997) Conspectus of the genus *Palicourea* (Rubiaceae:Psychotrieae) with the description of some new species from Ecuador and Colombia. Annals of the Missouri Botanical Garden. 84(2): 224-262.
- Tiwari P, Tiwari JK, Ballabha R (2010) Studies on Sources of Bee-forage for Rock Bee (*Apis dorsata* F.) from Garhwal Himalaya, India: A Melissopalynological Approach. Nature and Science. 8(6): 5-15.
- Tommasi D, Miro A, Higo HA, Winston ML (2004) Bee diversity and abundance in an urban setting. Canadian Entomologist. 136(6): 851-869.
- van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ (1993) The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. Annual Review of Ecology and Systematics. 24 353-377.
- Vilhena AMGF, Augusto SC (2007) West Indian cherry's *Malpighia emarginata* DC (Malpighiaceae) pollinators in savanna area of Triangulo Mineiro. Bioscience Journal. 23 14-21.
- Vitali-Veiga MJ, Machado VLL (2000) Flowering visitors of *Erythrina speciosa* Andr., Leguminosae. Revista Brasileira De Zoologia. 17(2): 369-383.
- Wester P, Classen-Bockhoff R (2007) Floral diversity and pollen transfer mechanisms in bird-pollinated *Salvia* species. Annals of Botany. 100(2): 401-421.
- Wilms W, Imperatriz-Fonseca VL, Engels W (1996) Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 31(3-4): 137-151.
- Wojcik VA, Frankie GW, Thorp RW, Hernandez JL (2008) Seasonality in bees and their floral resource plants at a constructed urban bee habitat in Berkeley, California. Journal of the Kansas Entomological Society. 81(1): 15-28.
- Yamamoto LF, Kinoshita LS, Martins FR (2007) Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua Montana, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica. 21(3): 553-573.
- Zanette LRS, Martins RP, Ribeiro SP (2005) Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. Landscape and Urban Planning. 71(2-4): 105-121.
- Zar JH (1999) Biostatistical analysis, fourth ed. Prentice Hall International Editions, New Jersey.

Anexo I. Fenograma das espécies que floresceram entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP de Ribeirão Preto. ORN (ornamental). Ori (origem): nat=nativa; exo=exótica. Ha/Fv (hábito ou forma de vida): av=arbóreo; ab=arbustivo; ep=epífita; he=herbáceo; li=liana. PRD (Principal Recurso Disponibilizado): ne=néctar; po=pólen; ol=óleo. Abel=abelha; beij=beija-flor; beso=besouro; borb=borboleta; esfi=esfingídeo; mari=mariposa; morc=morcego; mosc=mosca; vent=vento. *=classificação com base em Faegri e Pijl (1979); **=classificação com base no gênero da planta; #=observação em campo neste estudo.

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011												2012		
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar			
Acanthaceae	<i>Crossandra infundibuliformis</i> (L.) Nees	x	exo	he	ne	beij	*															
	<i>Hypoestes sanguinolenta</i> (Van Houtte) Hook. f.	x	exo	he	ne	beij	*															
	<i>Justicia brandegeana</i> Wassh. & L.B. Sm.	x	nat	ab	ne	beij	51, 77															
	<i>Odontonema strictum</i> (Nees) Kuntze	x	nat	ab	ne	beij	1															
	<i>Pachystachys lutea</i> Nees	x	nat	ab	ne	beij	51															
	<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C. Ezcurra	x	nat	he	ne	beij	64															
	<i>Ruellia squarrosa</i> Fenzl	x	nat	he	ne	abel	*															
	<i>Sanchezia nobilis</i> Hook.	x	nat	ab	ne	beij	51															
	<i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.	x	exo	li	ne	abel	51, 71															
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	x	nat	he	ne	abel	43															
	<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	x	nat	li	po; ne	abel; mosc	35															
	<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
Amaryllidaceae	<i>Crinum procerum</i> Herb. & Carey	x	nat	he	ne	beij	*															
	<i>Hippeastrum striatum</i> (Lam.) Moore	x	nat	he	ne	beij	*															
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	x	nat	av	ne	abel	12, 43															
	<i>Mangifera indica</i> L.	x	exo	av	po; ne	mosc	1															
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	x	nat	av	po; ne	abel	33															
	<i>Schinus molle</i> L.	x	nat	av	po; ne	abel	39															
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	x	nat	av	po; ne	abel	39, 11															
	<i>Spondias dulcis</i> Parkinson	x	exo	av	po; ne	abel	9**															
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	x	nat	av	po	beso	29															
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC.	x	nat	ab	ne	abel	1															
	<i>Allamanda schottii</i> Pohl	x	nat	li	ne	abel	*															
	<i>Aspidosperma</i> sp.	x	nat	av	ne	mari	77**															
	<i>Catharanthus roseus</i> G. Don	x	exo	ab	ne	abel	*															
	<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	x	exo	li	ne	abel	*															
	<i>Plumeria rubra</i> L.	x	nat	av	ne	esfi	25															
	<i>Tabernaemontana coronaria</i> (Jacq.) Willd.	x	exo	ab	ne	abel	*															
Araceae	<i>Anthurium andreanum</i> Linden	x	nat	he	po	abel	13**															
	<i>Spathiphyllum wallisii</i> Regel	x	nat	he	po	abel	13**															
Araliaceae	<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	x	nat	av	po; ne	abel	*															
Arecaceae	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F. Muell.) H. Wendl. & Drude	x	exo	av	po; ne	abel	*															

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011												2012		
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar			
Asparagaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	x	nat	av	po; ne	abel	26															
	<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Ptychosperma elegans</i> (R. Br.) Blume	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Sabal maritima</i> (Kunth) Burret	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	x	nat	av	po; ne	abel	2															
	<i>Thrinax parviflora</i> Sw.	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl. ex de Bary	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Asparagus setaceus</i> (Kunth) Jessop	x	exo	li	po; ne	abel	*															
	<i>Cordyline terminalis</i> (L.) Kunth	x	exo	ab	po; ne	borb	*															
	<i>Ophiopogon jaburan</i> (Sieb.) Lodd.	x	exo	he	po; ne	abel	*															
Asteraceae	<i>Sansevieria trifasciata</i> Hort. ex Prain.	x	exo	he	po; ne	esfi	*															
	<i>Acmella brachyglossa</i> Cass.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	x	nat	ab	po; ne	mosc	#															
	<i>Bidens sulphurea</i> (Cav.) Sch. Bip.	x	nat	he	po; ne	abel	24**															
	<i>Crepis japonica</i> (L.) Benth.	x	exo	he	po; ne	abel	*															
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	x	nat	he	ne	borb	68															
	<i>Eupatorium maximiliani</i> Schrad. ex DC.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.	x	nat	he	po; ne	abel	52															
	<i>Montanoa bipinnatifida</i> (Kunth) K. Koch	x	exo	av	po; ne	abel	*															
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	x	exo	he	po; ne	vent	*															
	<i>Senecio confusus</i> Britten	x	nat	he	po; ne	beij	*															
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	x	nat	he	po; ne	abel	62															
	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	x	exo	ab	po; ne	abel	72															
	<i>Tridax procumbens</i> L.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Vernonia cognata</i> Less.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	x	exo	he	ne	borb	68															
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	x	exo	he	ne	borb	68															
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	x	nat	av	ne	abel	2															
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	x	nat	av	ne	abel	2															
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	x	nat	av	ne	abel	60															
	<i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos	x	nat	av	ne	abel	52															
	<i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos	x	nat	av	ne	abel	*															
	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	x	nat	av	ne	abel	*															

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011							2012				
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Bixaceae	<i>Podranea ricasoliana</i> (Tanfani) Sprague	x	exo	li	ne	abel	22												
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	x	nat	li	ne	beij	35, 58												
	<i>Spathodea nilotica</i> Seem.	x	exo	av	ne	beij	51**												
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.	x	nat	av	ne	abel	*												
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	x	exo	av	ne	abel	51, 65												
	<i>Bixa orellana</i> L.	x	nat	ab	po	abel	26, 1												
Boraginaceae	<i>Cochlospermum gossypium</i> (L.) DC.	x	nat	av	po	abel	1												
	<i>Cordia myxa</i> L.		nat	av	ne	abel	*												
Bromeliaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.		nat	av	ne	abel	77												
	<i>Billbergia zebrina</i> (Herb.) Lindl.	x	nat	ep	ne	beij	42, 49**												
Cactaceae	<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	x	nat	ep	ne	beij	42, 49												
	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	x	nat	av	ne	morc	61												
Calophyllaceae	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck	x	exo	ab	ne	beij	*												
	<i>Pereskia grandifolia</i> Haw.	x	nat	av	po	abel	#												
Cannabaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	x	nat	av	po	abel	*												
Cannaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.		nat	av	po	abel	*												
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		nat	av	po; ne	abel	28**												
Caricaceae	<i>Canna denudata</i> Roscoe	x	nat	he	ne	beij	55**												
	<i>Canna x generalis</i> L.H. Bailey & E.Z. Bailey	x	nat	he	ne	beij	55**												
Chrysobalanaceae	<i>Carica papaya</i> L.	x	exo	av	ne	abel; mari	*												
Combretaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	x	nat	av	po; ne	abel	*												
Commelinaceae	<i>Quisqualis indica</i> L.	x	exo	ab	ne	esfi	16												
	<i>Terminalia catappa</i> L.	x	nat	av	po; ne	abel	2												
	<i>Commelina erecta</i> L.	x	nat	he	ne	abel	18, 43												
	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i> J.C. Mikan	x	nat	he	po	abel	6, 18												
Convolvulaceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt	x	nat	he	po; ne	abel	18												
	<i>Tradescantia zebrina</i> Heynh.	x	nat	he	po; ne	abel	18, 52												
	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	x	nat	li	ne	abel	44												
	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	x	nat	li	ne	beij	41												
	<i>Ipomoea horsfalliae</i> Hook.	x	nat	li	ne	beij	48												
	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	x	nat	li	ne	abel	43												
Costaceae	<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	x	nat	li	ne	beij	35												
	<i>Jacquemontia</i> sp.	x	nat	li	ne	abel	43												
	<i>Costus spicatus</i> (Jacq.) Sw.	x	nat	he	ne	beij	31												
Crassulaceae	<i>Kalanchoe fedtschenkoi</i> Raym.-Hamet & H. Perrier	x	exo	he	ne	beij	51**												
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	x	exo	li	po; ne	abel	*												
	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	x	nat	li	po; ne	abel	*												

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011								2012				
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	
Dilleniaceae	<i>Melothria fluminensis</i> Gardner	x	nat	li	po; ne	abel	*													
	<i>Momordica charantia</i> L.	x	exo	li	po; ne	abel	26, 35													
	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	x	nat	li	po; ne	abel	26													
	<i>Dillenia indica</i> L.	x	exo	av	po	abel	17													
	Ericaceae	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	x	exo	ab	po; ne	abel	1, 71												
	Euphorbiaceae	<i>Aleurites moluccana</i> Willd.	x	exo	av	po; ne	abel	*												
		<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss.	x	exo	ab	po; ne	mosc	*												
<i>Croton urucurana</i> Baill.		x	nat	av	po; ne	abel	57, 35													
Leguminosae	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	x	nat	ab	ne	beij	51													
	<i>Jatropha podagrica</i> Hook.	x	nat	ab	po; ne	beij	53**													
	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	x	nat	av	po; ne	abel	52													
	<i>Ricinus communis</i> L.	x	exo	ab	po	vent	37													
	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	x	nat	av	ne	abel	30**													
	<i>Albizia procera</i> (Roxb.) Benth.	x	nat	av	ne	abel	30**													
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	x	nat	av	ne	abel	40**													
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	x	nat	av	ne	abel	40**													
	<i>Arachis repens</i> Handro	x	nat	he	ne	abel	*													
	<i>Bauhinia longifolia</i> D. Dietr.	x	nat	av	ne	morc	77													
	<i>Bauhinia variegata</i> L.	x	nat	av	ne	beij	51													
	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	x	nat	av	ne	abel	*													
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	x	exo	av	ne	beij	55**													
	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	x	exo	ab	ne	abel	26													
	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	x	nat	av	po	abel	52													
	<i>Cassia ferruginea</i> (SCHRADER) Schrader ex DC.	x	nat	av	po	abel	77													
	<i>Cassia fistula</i> L.	x	exo	av	po	abel	1													
	<i>Cassia grandis</i> L. f.	x	nat	av	po	abel	1													
	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemain ex Benth.	x	nat	av	ne	abel	77													
	<i>Centrosema</i> sp.	x	nat	li	ne	abel	*													
	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	x	nat	he	ne	abel	*													
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	x	exo	av	po; ne	beij	1													
	<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	x	nat	he	ne	abel	*													
	<i>Dioclea</i> sp.	x	nat	li	ne	abel	*													
	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	x	nat	av	ne	beij	35													
	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	x	nat	av	ne	beij	1													
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	x	exo	av	ne	abel	32													
<i>Glycine wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.) Verde		exo	li	ne	abel	*														
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	x	nat	av	ne	mari	*														

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011								2012			
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Geraniaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	x	nat	av	ne	mari	35												
	<i>Inga vera</i> Willd.	x	nat	av	ne	mari; morc	77												
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	x	exo	av	po; ne	abel	10												
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	x	nat	av	ne	abel	60												
	<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	x	nat	av	ne	abel	*												
	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	x	nat	li	ne	abel	*												
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	x	nat	av	po	abel	77												
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	x	nat	av	po; ne	abel	77												
	<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz.	x	nat	av	ne	abel	52												
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	x	nat	av	ne	abel	56												
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	x	nat	av	po	abel	*												
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	x	nat	av	po; ne	abel	77												
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	x	nat	av	po; ne	abel	43												
	<i>Senna bicapsularis</i> (L.) Roxb.	x	nat	av	po	abel	54**												
	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	x	nat	av	po	abel	35, 56												
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	x	nat	av	po	abel	1, 77, 56												
	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby	x	nat	av	po	abel	54**												
	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	x	nat	av	ne	abel	2												
	<i>Pelargonium x hortorum</i> L.H. Bailey	x	exo	he	po; ne	abel	*												
Heliconiaceae	<i>Heliconia collinsiana</i> Griggs	x	nat	he	ne	beij	62**												
	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	x	nat	he	ne	beij	62												
	<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.	x	nat	he	ne	beij	62**												
Iridaceae	<i>Belamcanda chinensis</i> (L.) DC.	x	nat	he	ne	beij	*												
	<i>Neomarica sabinei</i> (Lindley) Chukr.	x	nat	he	ne	abel	*												
Lamiaceae	<i>Clerodendrum splendens</i> G. Don	x	exo	li	ne	beij	*												
	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	x	nat	he	ne	abel	35, 12												
	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	x	nat	ab	ne	abel	23												
	<i>Ocimum selloi</i> Benth.	x	nat	ab	ne	abel	63												
	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	x	exo	ab	ne	abel	*												
	<i>Plectranthus ciliatus</i> E. Mey. ex Bentham	x	exo	he	ne	abel	*												
	<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Wied-Neuw.	x	nat	he	ne	beij	72												
	<i>Tectona grandis</i> L. f.	x	exo	av	ne	abel	74												
Lauraceae	<i>Nectandra megapota mica</i> (Spreng.) Mez	x	nat	av	po; ne	abel; mosc	70												
	<i>Persea americana</i> Mill.	x	nat	av	po; ne	abel	46												
Linderniaceae	<i>Torenia fournieri</i> Linden ex E. Fourn.	x	nat	he	ne	beij	*												
Lythraceae	<i>Cuphea gracilis</i> Kunth	x	nat	he	ne	abel	*												
	<i>Cuphea melvilla</i> Lindl.	x	nat	he	ne	beij	50												

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011												2012		
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar			
Magnoliaceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	x	exo	av	po	abel	71															
	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	x	nat	av	po	abel	1															
	<i>Punica granatum</i> L.	x	exo	ab	po	abel	45															
	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	x	nat	av	po; ne	abel	*															
Malpighiaceae	<i>Heteropterys anoptera</i> A. Juss.	x	nat	li	po; ol	abel	67															
Malvaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	x	exo	ab	po; ol	abel	21, 75															
	<i>Abutilon striatum</i> Dicks. ex Lindl.	x	nat	ab	ne	beij	5															
	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	x	nat	av	po	abel	34															
	<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (Allemão) K. Schum.	x	nat	av	po; ne	abel	*															
	<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) Robyns	x	nat	av	ne	morc	*															
	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	x	nat	av	ne	beij	77															
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	x	nat	av	po; ne	abel	35															
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	x	nat	av	po; ne	abel	1															
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	x	nat	ab	ne	beij	51															
	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	x	nat	av	po; ne	abel	77															
	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	x	nat	ab	ne	beij	51															
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	x	nat	av	ne	morc	*															
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	x	nat	av	ne	morc	77															
	<i>Sida cordifolia</i> L.	x	nat	he	po; ne	abel	62, 43															
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	x	nat	he	po; ne	abel	62															
	<i>Sida urens</i> L.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
	<i>Sterculia striata</i> A. St.-Hil. & Naudin	x	nat	av	po; ne	abel	60															
	<i>Wissadula parviflora</i> (A. St.-Hil.) R.E. Fr.	x	nat	he	po; ne	abel	*															
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	x	nat	av	po	abel	1															
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	x	nat	av	ne	abel; mari	77															
	<i>Cedrela odorata</i> L.	x	nat	av	ne	abel; mari	12															
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	x	nat	av	ne	mari	77															
	<i>Trichilia pallens</i> C. DC.		nat	av	po; ne	abel	*															
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	x	exo	av	ne	abel	19, 52															
Musaceae	<i>Musa ornata</i> Roxb.	x	exo	ab	ne	beij	55**															
Myrtaceae	<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G. Don	x	exo	av	ne	beij	52															
	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	x	exo	av	po; ne	abel	74															
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill ex Maiden	x	exo	av	po; ne	abel	74															
	<i>Eucalyptus moluccana</i> Roxb.	x	exo	av	po; ne	abel	74															
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	x	nat	av	po	abel	66															
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	x	nat	av	po	abel	66															

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011								2012			
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Nyctaginaceae	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	x	nat	av	po	abel	66												
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	x	nat	av	po	abel	66												
	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	x	nat	av	po	abel	47												
	<i>Psidium guajava</i> L.	x	nat	av	po	abel	3, 71												
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	x	exo	av	po; ne	abel	26, 74												
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	x	exo	av	po; ne	abel	74												
	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	x	nat	ab	ne	borb	51, 2												
	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	x	nat	he	ne	beij	55												
Ochnaceae	<i>Ochna serrulata</i> Walp.	x	exo	ab	po	abel	*												
Oleaceae	<i>Jasminum mesnyi</i> Hance	x	exo	ab	ne	abel	*												
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	x	exo	av	po; ne	abel	*												
Onagraceae	<i>Ludwigia elegans</i> (Cambess.) H. Hara	x	nat	ab	po; ne	abel	67**												
Orchidaceae	<i>Dendrobium nobile</i> Lindl.	x	exo	ep	ne	abel	*												
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	x	exo	av	ne	abel	26												
	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	x	nat	he	po; ne	abel	*												
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i> L.	x	exo	he	po; ne	abel	*												
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms		nat	av	po; ne	abel	*												
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.		nat	ab	po	mosc; vent	35												
	<i>Piper amalago</i> L.		nat	ab	po	mosc; vent	35												
	<i>Piper umbellatum</i> L.		nat	ab	po	mosc; vent	35												
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Alain ex Flügge	x	nat	he	po	vent	27**												
Polygalaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.		exo	he	ne	abel	*												
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	x	exo	li	po; ne	abel	59												
	<i>Triplaris brasiliensis</i> Cham.	x	nat	av	ne	abel	*												
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	x	nat	he	po; ne	abel	*												
	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	x	nat	he	po; ne	abel	*												
	<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	x	nat	he	po; ne	abel	*												
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	x	exo	av	ne	beij	74, 52												
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	x	exo	av	po; ne	abel	51, 74												
	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	x	exo	ab	po	abel	*												
	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	x	nat	ab	po	abel	*												
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	x	exo	av	po; ne	abel	15, 2												
	<i>Genipa americana</i> L.	x	nat	av	ne	abel	34												
	<i>Ixora chinensis</i> Lam.	x	nat	ab	ne	borb	20**												
	<i>Ixora coccinea</i> L.	x	nat	ab	ne	borb	20												
	<i>Manettia cordifolia</i> Mart.	x	nat	li	ne	beij	14												
	<i>Palicourea croceoides</i> Ham.	x	nat	he	ne	beij	73**												

Anexo I. Continuação

Família	Espécie	Orn	Ori	Ha/Fv	PRD	Agente	Referências (agente, PRD)	2011								2012			
								abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	x	nat	av	ne	abel	*												
	<i>Citrus latifolia</i> (Tanaka ex Yu.Tanaka) Tanaka	x	exo	av	po; ne	abel	*												
	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	x	exo	av	po; ne	abel	1												
	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	x	exo	av	ne	abel	*												
Sapindaceae	<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	x	exo	av	ne	abel	*												
	<i>Paullinia elegans</i> Cambess.		nat	li	ne	abel	*												
	<i>Sapindus saponaria</i> L.		nat	av	ne	abel	60												
	<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	x	nat	li	ne	abel	52												
Solanaceae	<i>Serjania perulacea</i> Radlk.	x	nat	li	ne	abel	52**												
	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltldl.	x	nat	ab	po	abel	*												
	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	x	nat	av	ne	borb	77												
	<i>Capsicum baccatum</i> L.	x	nat	ab	po	abel	*												
	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	x	nat	ab	po	abel	*												
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	x	nat	he	po	abel	7**, 35												
	<i>Solanum cernuum</i> Vell.	x	nat	ab	po	abel	7**												
	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	x	nat	av	po	abel	7**												
	<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal		nat	ab	po	abel	7**												
	<i>Solanum paniculatum</i> L.	x	nat	ab	po	abel	7**												
	<i>Solanum seaforthianum</i> Andrews	x	nat	li	po	abel	7**												
	<i>Solanum</i> sp.		nat	ab	po	abel	7**												
	<i>Solanum violaeifolium</i> Schott	x	nat	he	po	abel	7**												
	sp. 1		nat	ab	po	abel	*												
	sp. 2		nat	ab	po	abel	*												
Strelitziaceae	<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	x	exo	av	ne	morc	8												
	<i>Strelitzia reginae</i> Aiton	x	exo	he	ne	beij	36												
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	x	nat	av	po	vent	*												
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i> L.	x	nat	ab	ne	borb	74												
	<i>Lantana camara</i> L.	x	nat	ab	ne	borb	38, 43, 68												
	<i>Petrea subserrata</i> Cham.	x	nat	ab	ne	borb	*												
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	x	nat	he	ne	borb	*												
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	x	nat	li	po; ne	abel	35												
Xanthorrhoeaceae	<i>Bulbine frutescens</i> (L.) Willd.	x	exo	he	po	abel	*												
	<i>Hemerocallis flava</i> (L.) L.	x	exo	he	ne	beij	55												
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i> (Vieill.) K. Schum.	x	exo	he	ne	beij	*												
	<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B.L. Burt & R.M. Sm.	x	exo	he	ne	beij	*												
	<i>Hedychium coronarium</i> J. König	x	exo	he	ne	mari	69												

Referências sobre agente polinizador e/ou principal recurso disponibilizado: 1- Agostini e Sazima (2003), 2- Almeida et al. (2010), 3- Alves e Freitas (2006), 4- Araújo et al. (2011), 5- Baker (1975), 6- Boaventura e Matthes (1987), 7- Buchmann e Cane (1989), 8- Calley et al. (1993), 9- Carneiro e Martins (2012), 10- Carvalho e Maeda (1997), 11- Cesario e Gaglianone (2008), 12- Chaves et al. (2007), 13- Chouteau et al. (2008), 14- Consolaro et al. (2005), 15- D'Ávila e Marchini (2005), 16- Eisikowitch e Rotem (1987), 17- Endress (1997), 18- Faden (1992), 19- Figueiredo et al. (2008), 20- Freeman et al. (1991), 21- Freitas et al. (1999), 22- Galetto (1995), 23- Gonçalves et al. (2008), 24- Grombone-Guaratini et al. (2004), 25- Haber (1984), 26- Heard (1999), 27- Jacobi e Carmo (2011), 28- Janzen (1967), 29- Jurgens et al. (2000), 30- Kajobe (2007), 31- Kay et al. (2005), 32- Kiill e Drumond (2001), 33- Kiill et al. (2010), 34- Kimmel et al. (2010), 35- Kinoshita et al. (2006), 36- Kronestedt-Robards (1996), 37- Krug e Mendes (1942), 38- Lemes et al. (2008), 39- Lenzi et al. (2003), 40- Luz et al. (2007), 41- Machado e Sazima (1987), 42- Machado e Semir (2006), 43- Maia-Silva et al. (2012), 44- Maimoni-Rodella e Yanagizawa (2007), 45- Malerbo-Souza (2011), 46- Malerbo-Souza et al. (2000), 47- Malerbo-Souza et al. (2004), 48- Marais e Rausher (2010), 49- Marques e Lemos Filho (2008), 50- Melazzo e Oliveira (2012), 51- Mendonça e Anjos (2005), 52- Modro et al. (2011), 53- Neves et al. (2011), 54- Buchmann (1985), 55- Pickens (1931), 56- Pinheiro e Sazima (2007), 57- Pires et al. (2004), 58- Polatto et al. (2007), 59- Raju et al. (2001), 60- Ribeiro e Tabarelli (2002), 61- Rocha e Agra (2002), 62- Santos et al. (2009), 63- Schoeninger et al. (2012), 64- Sigrist e Sazima (2002), 65- Silva et al. (2007), 66- Silva e Pinheiro (2007), 67- Silva et al. (2012), 68- Soares et al. (2012), 69- Souza e Correia (2007), 70- Souza e Moscheta (2000), 71- Steiner et al. (2010), 72- Wester e Classen-Bockhoff (2007), 73- Taylor (1997), 74- Tiwari et al. (2010), 75- Vilhena e Augusto (2007), 76- Vitali-Veiga e Machado (2000), 77- Yamamoto et al. (2007).

CAPÍTULO II

**Avaliação temporal da entrada de alimento em colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis*
(Hymenoptera, Apidae, Meliponini): efeitos da sazonalidade na disponibilidade de
recursos florais**

Resumo

Em regiões tropicais, os herbívoros mudam seu comportamento de forrageamento diante da sazonalidade na disponibilidade de recursos. De abril de 2011 a março de 2012, foi avaliada qualitativamente e quantitativamente a entrada mensal de pólen e néctar em colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* em uma área com variação sazonal na disponibilidade de recursos florais. Para este estudo, foram utilizadas oito colônias de *S. aff. depilis*, revezadas em quatro a cada mês. As colônias foram removidas de seus lugares originais e substituídas por caixas de madeiras vazias (colônias experimentais). As forrageiras que retornaram do campo iniciaram as atividades nas colônias experimentais logo no primeiro dia de experimento. Após sete dias, o alimento armazenado nos potes de alimento construídos por elas foi coletado e quantificado. O pólen foi armazenado durante todo o ano, ao contrário do néctar que começou a ser armazenado no final da estação seca e permaneceu durante a estação chuvosa. Houve maior armazenamento de alimento durante a estação chuvosa, que coincidiu com a maior disponibilidade de recursos florais na área de estudo. Esse estudo mostra que a atividade de forrageamento em *S. aff. depilis* é regulada tanto pela variação sazonal na disponibilidade de pólen quanto pelo fator climático temperatura ambiental.

Palavras-chave: dieta, dossel, análise polínica, generalista, meliponíneo

Abstract

In tropical regions, herbivores change their foraging behavior in relation to the seasonally in the availability of resources. From April 2011 to March 2012, it was evaluated the monthly input of nectar and pollen in colonies of *Scaptotrigona* aff. *depilis* in an area with seasonal availability of floral resources. For this study, we used eight colonies of *S. aff. depilis*, alternating four every month. Colonies were removed from their original place and replaced

by empty wooden boxes (experimental colonies). Returning foragers started the activities in experimental colonies on the first day of the experiment. After seven days, the pollen and honey were harvested from the storing pots built by the foragers and the food was quantified. The pollen was stored throughout the year, unlike the nectar that began to be stored at the end of the dry season and remained during the rainy season. There was more food storage during the rainy season, which coincided with the increased availability of floral resources in the study area. This study shows that the foraging activity in *S. aff. depilis* is regulated both by the seasonal variation in the availability of floral resources and ambient temperature.

Keywords: diet, canopy, pollen analysis, generalist, meliponine

1. Introdução

Grande parte das comunidades vegetais tropicais apresenta variações sazonais na produção de novas folhas, flores e frutos, relacionadas principalmente à sazonalidade no regime de chuvas. Tais variações fenológicas afetam as populações de herbívoros, as quais exploram os recursos alimentares de acordo com a disponibilidade no ambiente (van Schaik et al., 1993; Sakai, 2001). Diante das flutuações na disponibilidade de alimento, as aves realizam migrações (Karr, 1976), os mamíferos mudam a dieta ou hibernam (van Schaik et al., 1993) e as abelhas eussociais sofrem modificações na quantidade de operárias alocadas para a coleta de recursos alimentares ao longo do ano (Nagamitsu e Inoue, 2002).

As colônias de abelhas eussociais avançadas são perenes, populosas e exploram um amplo espectro de fontes florais ao longo do ano (Ramalho et al., 1990; Michener, 2007). Sua sobrevivência depende principalmente do sucesso das forrageiras em encontrar e coletar o néctar, fonte de carboidratos que constitui a matéria-prima do mel, e o pólen, fonte de proteínas. Ambos os recursos florais são armazenados nas colônias para garantir o suprimento

permanente de alimento, principalmente durante os períodos em que há escassez de recursos no ambiente (Jarau e Hncir, 2009). Tanto o pólen quanto o néctar são utilizados na alimentação de imaturos e adultos (Mincley e Roulston, 2006), sendo estes últimos responsáveis pelas tarefas reprodutivas e de manutenção das colônias.

Em *Apis mellifera*, a coleta de recursos florais sofre flutuações ao longo do ano, sendo intensa em períodos que a floração no ambiente é abundante (Keller et al., 2005). Ao mostrar que existe uma variação na quantidade de pólen e mel armazenada em colônias de abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*, Roubik (1982) concluiu que a busca por recursos pelas forrageiras é influenciada pela sazonalidade da floração. Em períodos que a floração de fontes que disponibilizam o pólen é baixa, a atividade de forrageio por este recurso cai marcadamente em *Melipona beecheii* (Biesmeijer et al., 1999). Embora Roubik (1982) e Biesmeijer et al. (1999) tenham mostrado estratégias adotadas pelas abelhas diante da variação temporal na disponibilidade de alimento, os autores não avaliaram de fato a fenologia de floração das espécies vegetais.

Para as abelhas sem ferrão, existe pouca informação sobre como as colônias se comportam frente aos padrões fenológicos em ambientes tropicais devido à dificuldade em avaliar a disponibilidade de recursos florais nas comunidades vegetais. Dois estudos com essa abordagem são os de Eltz et al. (2001) e de Faria et al. (2012), os quais mostraram que as forrageiras expandem o raio de voo em busca de novas fontes nos períodos de menor disponibilidade de alimento. Além das abelhas sem ferrão, Smith et al. (2012) mostraram recentemente que em *Megalopta*, um gênero da família Halictidae, as abelhas ajustam seu comportamento de forrageamento baseado na disponibilidade temporal de determinadas fontes florais.

No presente estudo, objetivou-se analisar temporalmente a entrada de alimento por meio do armazenamento de pólen e néctar em colônias experimentais de *Scaptotrigona* aff.

depilis, uma espécie de abelha sem ferrão neotropical. Como existiu uma variação sazonal na disponibilidade de recursos florais atrativos para as abelhas no campus da USP-RP, com maior disponibilidade na estação quente e chuvosa (Capítulo I), é esperado que as forrageiras concentrem seus esforços de coleta de alimento nesse período. Portanto, é possível que as forrageiras armazenem pólen e néctar de forma diferenciada ao longo do ano, otimizando a manutenção e a sobrevivência em períodos de escassez alimentar.

2. Material e Métodos

2.1. Espécie estudada

A espécie escolhida, *Scaptotrigona* aff. *depilis*, pertencente a um gênero com ampla distribuição, abrangendo regiões do México a Argentina (Camargo e Pedro, 2007). O termo “affinis”, abreviado no nome da espécie, é usado quando a identidade de uma espécie biológica distinta é desconhecida, mas possui semelhança com uma espécie conhecida, nesse caso *Scaptotrigona depilis* (Moure 1942).

As colônias de *S. aff. depilis* são populosas e os favos de cria, envoltos por invólucro, são horizontais e concêntricos (Silva et al., 2001), com presença de células reais. Seus potes de alimento podem atingir 2,5 cm de altura.

Scaptotrigona aff. *depilis* possui a biologia conhecida e é comumente encontrada nas regiões Sul e Sudeste, inclusive em ambientes urbanos. A espécie é resistente à manipulação, o que favorece seu estudo.

2.2. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no meliponário experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), onde são mantidas aproximadamente 20 colônias de *S. aff. depilis*. O meliponário foi usado como ponto de referência para a

demarcação de uma área com raio de 500 m, totalizando 78 ha, onde foi feito o estudo de composição florística e fenologia de floração entre abril de 2011 e março de 2012 (Capítulo I).

2.3. Análise do alimento armazenado nas colônias experimentais e identificação das fontes de recursos florais usadas pelas abelhas

Para a coleta do material (pólen e mel) armazenado pelas operárias nos potes de alimento foi utilizada a metodologia proposta por Menezes et al. (2012). O método consistiu na mudança de lugar de uma colônia, denominada aqui por colônia mãe, deixando no local original uma caixa de madeira vazia, denominada por colônia experimental. Nesse método, as forrageiras da colônia mãe retornaram e armazenaram nas colônias experimentais as cargas polínicas e o néctar coletados. A distância entre as colônias mães e experimentais variou de 0,15 a 7 m. Para facilitar a orientação das forrageiras, foi colocada parte do tubo de entrada da colônia mãe na entrada da colônia experimental. Também foi oferecido cera de *A. mellifera* na forma de 2 potes a serem utilizados no armazenamento inicial de recursos e uma lâmina de cera a ser usada na construção dos novos potes de alimento (Fig. 1).

Para a formação das colônias experimentais, foram selecionadas oito colônias mães, as quais foram revezadas em dois grupos de quatro, sendo um usado a cada mês para reduzir os efeitos negativos do manejo nos estudos subsequentes. Quatro colônias, portanto, foram estudadas nos meses de abril, junho, agosto, outubro, dezembro e fevereiro e outras quatro colônias foram estudadas nos meses de maio, julho, setembro, novembro, janeiro e março. Cada colônia experimental permaneceu em campo durante sete dias. Após esse período, as seguintes variáveis foram coletadas e analisadas em cada uma delas:

- 1) número de potes com pólen e mel construídos e armazenados;
- 2) massa do pólen e volume do mel armazenados nos potes;

- 3) número de tipos polínicos nos potes com pólen e mel (análise qualitativa) e;
- 4) frequência de ocorrência relativa dos tipos polínicos nos potes com pólen e mel (análise quantitativa).

O pólen armazenado nos potes foi removido com o auxílio de uma espátula e sua massa foi mensurada em uma balança de precisão (Shimadzu AY220, $d = 0.1$ mg). O mel foi coletado utilizando pipeta do tipo Pasteur e seu volume foi mensurado em tubos de plásticos graduados.

A identificação das fontes de recursos florais usadas pelas abelhas foi feita por meio da análise dos grãos de pólen amostrados nos potes de pólen e mel. Para isso, foram retiradas amostras de cada recurso por colônia, as quais foram mantidas em álcool 70% como proposto por Silva et al. (2010). Após 24h, o álcool foi descartado e as amostras foram acondicionadas em 4 mL de ácido acético glacial por no mínimo outras 24h para posterior acetólise segundo o método descrito por Erdtman (1960). Após a acetólise, o material polínico foi acondicionado em glicerina 50% para a preparação de lâminas semi-permanentes. A identificação do material polínico presente nas lâminas foi feita em microscópio binocular com aumento de até 2560x por comparação com os grãos de pólen depositados na Palinoteca da FFCLRP.

Figura 1. (A) Vista externa da colônia experimental. (B) Vista interna da colônia experimental, com os dois potes de alimento (seta) e uma lâmina (elipse), feitos com cera de *Apis mellifera*. (C) Colônia experimental (elipse) no lugar de sua respectiva colônia mãe (seta).

2.4. Análise de dados

As análises foram feitas considerando pares de meses, totalizando três bimestres na estação seca e três bimestres na estação chuvosa. Os seguintes bimestres foram considerados, cada um com o estudo de oito colônias: abril-maio, junho-julho, agosto-setembro, outubro-novembro, dezembro-janeiro e fevereiro-março.

Para a análise quantitativa do material polínico presente nas lâminas foram contados os primeiros 400 grãos de pólen, como sugerido por Montero e Tormo (1990). Em seguida, foram determinadas as porcentagens e classes de ocorrência de acordo com a classificação proposta por Barth (1970) e Louveaux et al. (1970, 1978), com modificações: pólen dominante (>45% do total de grãos na lâmina), pólen acessório (de 15 a 44%), pólen isolado importante (3 a 14%) e pólen isolado ocasional (<3%). As espécies com pólen dominante foram consideradas como as fontes preferencialmente utilizadas pelas forrageiras no armazenamento dos potes de alimento.

A amplitude do nicho trófico foi calculada pelo índice de diversidade (H') de Shannon-Wiener (Shannon e Weaver, 1949): $H' = -\sum (p_i \cdot \ln p_i)$, em que p_i é a proporção de cada tipo polínico encontrado nas amostras considerando a estação seca e a chuvosa, e $\ln$ é o logaritmo neperiano. Para comparação dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi empregado o teste t proposto por Hutcheson (1970).

Modelos Lineares Mistos (LME) foram utilizados para testar o efeito da disponibilidade de recursos florais e de fatores climáticos sobre a massa de pólen e volume de mel armazenados nos potes de alimento das colônias experimentais. Tal abordagem foi utilizada pelo fato desses modelos controlarem a dependência entre os dados obtidos em cada uma das oito colônias incluindo 'colônia' como um componente randômico. O componente fixo dos LMEs foram as variáveis explanatórias: disponibilidade de pólen e néctar, representada pelo número de indivíduos que floresceram durante o período de estudo, e os fatores climáticos temperatura média e precipitação média mensais (Capítulo I). As variáveis

do componente fixo que não atuaram de maneira significativa ($p < 0,05$) foram removidas dos modelos finais. Para a seleção dos melhores modelos, foi utilizado o protocolo proposto por Zuur et al. (2009). Os dados de temperatura média e precipitação média mensais foram coletados a partir do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (disponível em <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>).

Todas as análises foram feitas utilizando o R versão 2.13.1 (R Development Core Team, 2011).

3. Resultados

Nas primeiras horas após a troca das colônias, as forrageiras que deixaram as colônias mães em busca de recursos retornaram do campo ao local original, porém não entraram diretamente nas colônias experimentais. As forrageiras permaneceram voando em frente às entradas, formando aglomerações. Após o reconhecimento, as forrageiras aceitaram as novas colônias e no final do primeiro dia de experimento já estavam alocadas dentro delas. Nos dias seguintes, as forrageiras trabalharam na coleta de recursos e utilizaram a cera fornecida para construir novos potes de alimento, invólucro e novos tubos de entrada (Fig. 2). As forrageiras armazenaram alimento nos potes das colônias experimentais durante todo o ano. Contudo, nem todos os potes de alimento construídos foram armazenados parcialmente ou completamente com recursos florais durante o período em que as colônias permaneceram ativas. Do total de 48 amostragens, 40 resultaram em colônias experimentais com alimento armazenado, evidenciando uma eficiência metodológica de 83,33%.

A maior quantidade de pólen armazenada ocorreu na estação chuvosa, com pico no bimestre de fevereiro-março (Tabela 1; Fig. 3). O néctar, ao contrário, começou a ser armazenado pelas forrageiras no final da estação seca e permaneceu durante a estação chuvosa, com pico também no bimestre de fevereiro-março (Tabela 1; Fig. 3).

Figura 2. Colônias experimentais de *Scaptotrigona* aff. *depilis*. (A) Potes de alimento e invólucro construídos pelas forrageiras após sete dias de experimento. (B) Tubo de entrada construído pelas forrageiras.

Tabela 1. Recursos alimentares armazenados nas colônias experimentais (n=8 colônias por bimestre), entre abril de 2011 e março de 2012.

	Estação seca			Estação chuvosa		
	abr-mai*	jun-jul*	ago-set	out-nov	dez-jan	fev-mar
Potes construídos						
Total	17	21	71	21	124	146
Média $\pm$ dp	2,13 $\pm$ 2,42	2,63 $\pm$ 2,50	8,88 $\pm$ 6,31	2,63 $\pm$ 3,29	15,50 $\pm$ 13,68	18,25 $\pm$ 8,61
(mínimo-máximo)	(0-6)	(0-7)	(1-19)	(0-9)	(0-38)	(3-27)
Potes com pólen						
Total	16	12	24	14	55	49
Média $\pm$ dp	2,00 $\pm$ 1,20	1,50 $\pm$ 1,07	3,00 $\pm$ 1,51	1,75 $\pm$ 2,38	6,88 $\pm$ 5,87	6,13 $\pm$ 4,12
(mínimo-máximo)	(0-4)	(0-3)	(1-5)	(0-7)	(2-19)	(2-12)
Massa pólen (g)						
Total	53,38	36,92	59,94	11,82	225,14	242,28
Média $\pm$ dp	6,67 $\pm$ 6,18	4,62 $\pm$ 4,01	7,49 $\pm$ 6,74	1,48 $\pm$ 1,63	28,14 $\pm$ 17,10	30,29 $\pm$ 24,23
(mínimo-máximo)	(0-17,22)	(0-11,47)	(0,19-21,79)	(0-3,72)	(0,32-56,82)	(9,58-81,38)
Potes com mel						
Total			9	1	23	38
Média $\pm$ dp			1,13 $\pm$ 0,99	0,13 $\pm$ 0,35	2,88 $\pm$ 3,31	4,75 $\pm$ 2,43
(mínimo-máximo)			(0-2)	(0-1)	(0-10)	(0-8)
Volume mel (mL)						
Total			12,00	0,20	49,00	161,00
Média $\pm$ dp			1,50 $\pm$ 1,44	0,03 $\pm$ 0,07	6,13 $\pm$ 6,71	20,13 $\pm$ 13,50
(mínimo-máximo)			(0-3,50)	(0-0,20)	(0-17,00)	(0-41,50)

* Não houve armazenamento de mel nesses bimestres.

Figura 3. Distribuição da quantificação dos recursos alimentares armazenados nas colônias experimentais entre abril de 2011 e março de 2012. **(A)** Pólen (g)/estação. **(B)** Pólen (g)/bimestre. **(C)** Mel (mL)/estação. **(D)** Mel (mL)/bimestre. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores. Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.

Para o provisionamento dos potes com pólen ao longo do período de estudo, as forrageiras de *S. aff. depilis* utilizaram 65 espécies de plantas distribuídas em 30 famílias e 54 gêneros; apenas um tipo polínico permaneceu como indeterminado. O estrato arbóreo foi intensamente explorado para a coleta de pólen, sendo representado por 68,33% das espécies de plantas utilizadas pelas abelhas (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de plantas usadas por *Scaptotrigona* aff. *depilis* para a coleta de pólen e posterior armazenamento nos potes de alimento entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. Os dados estão apresentados em porcentagem. * grãos de pólen dominantes (> 45%). av=arbóreo; ab=arbustivo; ep=epífita; he=herbáceo; li=liana.

Família	Espécie		2011									2012		
			abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	he	0,94	1,25	3,00	0,13							0,06	
	<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	li	0,31	2,17	7,38	0,13								
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	av		0,08			5,56	10,81	3,17	0,13	0,06			
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	av				67,63*	3,63	2,38						
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	av	0,06	1,33	0,25				27,58		7,19	25,06	49,31*	19,50
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	av												0,31
	sp.1							6,56						
Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	ab								2,00				
	<i>Bidens sulphurea</i> (Cav.) Sch. Bip.	he			0,31									
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	he										0,25		
	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	he		1,00										
	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	ab		0,42										
Bignoniaceae	sp.1							0,94						
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	av					0,06							
	<i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos	av						2,69						
	<i>Podranea ricasoliana</i> (Tanfani) Sprague	li												0,13
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	av										0,06		
Bixaceae	<i>Cochlospermum gossypium</i> (L.) DC.	av					12,75							
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	av			0,06									
Bromeliaceae	<i>Tillandsia stricta</i> Sol. ex Sims	ep					0,25							
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	av	4,31	5,75										
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	av					0,25						0,06	2,56
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	av						1,75	11,08					
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt	he			0,06									

Tabela 2. Continuação

Família	Espécie		2011									2012		
			abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	li	0,19											
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	av					0,06	0,06			2,19	0,44		
	<i>Ricinus communis</i> L.	ab	7,06	0,67	1,50		0,19							
Leguminosae	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	av						0,06						
	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	av	0,25											
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	av						28,38	3,83	1,50	0,56	0,25		
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	av						0,06						
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	av									0,88	0,06		
	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	av	0,38											
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	av			12,44	3,63	4,31							
	<i>Inga marginata</i> Willd.	av												1,06
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	av	2,88	0,08	1,13	4,13	0,25	0,44	0,08		2,25	0,44	0,31	3,13
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	av	18,81	5,25	0,19					4,88	22,38	37,06	33,06	43,44
	<i>Mimosa</i> sp.					0,50		0,06						
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	av							3,75		0,38			
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	av	0,13	0,17								1,00		
Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	av										0,13		
	<i>Punica granatum</i> L.	ab								42,25	28,06			
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	av							2,25					
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	av				2,38	37,38	0,06						
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	av							2,17	0,13				
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	av	0,13		9,69	3,63		25,81	10,42	35,38	28,50	6,50	0,75	2,56
Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	av												1,44
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill ex Maiden	av		80,42*	39,06	17,63		1,88	0,75	1,63		5,81	3,13	
	<i>Eucalyptus moluccana</i> Roxb.	av	64,44*		22,50		0,06	0,06			5,00	22,94	12,63	9,25
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	av								0,25				

Tabela 2. Continuação

Família	Espécie		2011								2012			
			abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar
Oleaceae	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	av			1,63			2,81	0,17					
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	av		1,25	0,19		33,69	15,00	24,67	2,63				
	<i>Psidium guajava</i> L.	av							0,08					
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	av							4,42					
	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	av							0,50		2,31			
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	ab								2,88	0,25			
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	ab												
Rubiaceae	<i>Ixora chinensis</i> Lam.	ab	0,13	0,08						5,00				
Rutaceae	<i>Citrus latifolia</i> (Tanaka ex Yu.Tanaka) Tanaka	av		0,08										
	<i>Citrus</i> sp.													0,19
Sapindaceae	<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	li			0,13	0,13	1,56	0,06						16,06
	sp.1				0,25									
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	av			0,25	0,13		0,13		0,25				
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	ab							5,08	1,13			0,19	0,31
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	li											0,50	
Indeterminado	sp.1													0,06
Número de tipos polínicos amostrados/mês			14	15	18	11	14	20	16	14	13	13	10	14

Na estação seca especificamente, 43 espécies de plantas foram visitadas para a coleta de pólen. Durante essa estação as forrageiras de *S. aff. depilis* armazenaram nas colônias experimentais preferencialmente pólen de *Eucalyptus moluccana*, *E. grandis* (Myrtaceae) e *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) (Fig. 4). Juntas, essas três espécies corresponderam a 45,13% do total de grãos armazenados durante a estação seca.

Durante a estação chuvosa, das 40 espécies de plantas visitadas, somente *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) (Fig. 4) representou a fonte preferencialmente utilizada para a coleta e armazenamento de pólen nos potes de alimento, representando 23,19% do total de grãos armazenados nessa estação.

Além das espécies preferencialmente exploradas em um período restrito do ano, outras cinco foram exploradas para a coleta de pólen por um período igual ou superior a seis meses: *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), *Eugenia uniflora* (Myrtaceae), *Leucaena leucocephala* (Leguminosae), *Mimosa caesalpiniiifolia* (Leguminosae) e *Muntingia calabura* (Muntingiaceae) (Tabela 2).

A diversidade de plantas usadas para a coleta de pólen na estação seca foi maior que na estação chuvosa ($H'_{seca}=2,60$ e $H'_{chuvosa}=2,24$; $t=20,34$; $p<0,01$).

Figura 4. Representatividade dos grãos de pólen das quatro espécies vegetais preferencialmente utilizadas, em porcentagem, em relação as demais espécies.

De maneira geral para o provisionamento dos potes de mel, as forrageiras de *S. aff. depilis* utilizaram 32 espécies de plantas distribuídas em 16 famílias e 29 gêneros; apenas dois tipos polínicos permaneceram como indeterminados. O estrato arbóreo também foi o mais explorado para a coleta desse recurso, representando 78,12% das espécies de plantas identificadas nas amostras (Tabela 3).

Durante a estação seca, as forrageiras coletaram néctar em 14 espécies de plantas para armazenar nos potes com mel. Não houve pólen dominante nas amostras de mel. Muitas espécies apresentaram grãos de pólen acessórios como *Albizia lebbbeck* (Leguminosae), *Anadenanthera peregrina* (Leguminosae), *M. urundeuva* e *Terminalia catappa* (Combretaceae), sendo essas espécies consideradas importantes fontes de néctar para *S. aff. depilis* (Tabela 3). Na estação chuvosa, as forrageiras coletaram néctar em 25 espécies de plantas, sendo *E. grandis*, *M. caesalpinifolia*, *S. terebinthifolius* e *Serjania lethalis* (Sapindaceae) consideradas também importantes fontes desse recurso. Essas quatro espécies de plantas tiveram grãos de pólen classificados também como grãos acessórios (Tabela 3).

As amostras de mel da estação seca foram menos diversas que as amostras da estação chuvosa ($H'_{seca}=1,56$ e $H'_{chuvosa}=2,11$; $t=-19,41$; $p<0,01$).

Tanto a variação na massa de pólen quanto a variação no volume de mel armazenados nas colônias experimentais ao longo do período de estudo foram influenciadas pela interação entre a variação na disponibilidade de pólen e a variação na temperatura média no mesmo período (LME massa de pólen: $F_{1,31}=16,71$; $p<0,01$ e volume de mel: $F_{1,31}=9,10$; $p<0,01$).

Tabela 3. Espécies de plantas usadas por *Scaptotrigona* aff. *depilis* para a coleta de néctar e posterior armazenamento nos potes de alimento entre abril de 2011 e março de 2012 no campus da USP - RP. Os dados estão apresentados em porcentagem. av=arbóreo; ab=arbustivo; he=herbáceo; li=liana.

Família	Espécie		2011								2012			
			abr*	mai*	jun*	jul*	ago	set	out**	nov**	dez	jan	fev	mar
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	av					0,13							
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	av											0,92	
	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	av					5,19	29,25						
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	av									3,67	43,92	38,58	17,31
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	av												1,25
Asteraceae	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	ab											0,25	
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	he						2,25						
Bignoniaceae	<i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos	av						0,50						
	<i>Podranea ricasoliana</i> (Tanfani) Sprague	li												0,50
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	av												2,63
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	av					21,44	0,75						
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i> (Rose) D.R. Hunt	he					0,06							
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	av									6,83	0,92		
	<i>Jatropha podagrica</i> Hook.	ab												0,38
	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	av					0,56							
Leguminosae	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	av						21,75						
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	av						19,75			1,17			
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	av						0,50						
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	av									1,67			
	<i>Inga marginata</i> Willd.	av												1,13
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	av						0,75			3,08	2,08	1,17	5,56
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	av									18,58	37,75	29,42	36,00
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	av										1,00		
Lamiaceae	<i>Tectona grandis</i> L. f.	av									0,08	2,50	0,08	

Tabela 3. Continuação

Família	Espécie		2011								2012			
			abr*	mai*	jun*	jul*	ago	set	out**	nov**	dez	jan	fev	mar
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	av					13,63	14,00			0,92	0,75	0,33	5,69
Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	av											1,33	2,44
	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill ex Maiden	av										9,33	27,17	8,31
	<i>Eucalyptus moluccana</i> Roxb.	av						0,25			14,17			
	sp.1											1,75		
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	av									2,17			
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.													0,38
Sapindaceae	<i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil.	av					1,56							15,50
Indeterminado	sp.2												0,25	2,56
	sp.3													0,25
Número de tipos polínicos/mês							7	10			10	9	10	15

* Não houve armazenamento de mel nesses meses.

** Amostras contendo menos de 400 grãos de pólen, sendo insuficientes para a análise polínica quantitativa.

4. Discussão

Como a maioria das espécies de abelhas sem ferrão, *S. aff. depilis* possui colônias com orifícios de entrada restritos e ornamentados com cerume, impossibilitando a instalação de coletores de pólen como aqueles usados para *Apis mellifera*. As tentativas em desenvolver coletores de pólen para as abelhas sem ferrão têm falhado, pois as operárias depositam grande quantidade de própolis e cerume nessas barreiras, inviabilizando-as rapidamente (Menezes et al., 2012). O método adotado no presente estudo, desenvolvido por Menezes et al. (2012), permitiu avaliar não somente a entrada e o armazenamento de recursos alimentares, mas também quantificar tais recursos nas colônias experimentais de *S. aff. depilis*. Originalmente, os autores desenvolveram tal método para avaliar a sua potencialidade na coleta de pólen fresco, com finalidade puramente comercial. O presente estudo foi o primeiro a demonstrar a eficiência desse método também em estudos ecológicos, permitindo ampliar o conhecimento sobre o efeito temporal da disponibilidade de recursos florais no comportamento de forrageamento das abelhas (Eltz et al., 2001; Faria et al., 2012; Smith et al., 2012).

A variação observada entre as colônias experimentais relacionada à quantidade de pólen e mel armazenados em um mesmo bimestre pode ter ocorrido em parte pelas diferenças intrínsecas de cada colônia, como por exemplo, a composição genética (Menezes et al., 2012). A distância entre as colônias experimentais e as suas respectivas colônias mães não parece ter interferido no sucesso das colônias experimentais, uma vez que obtivemos mais de 80% dessas colônias ativas ao longo do ano. Apesar das distâncias terem variado entre as colônias, essas foram pouco significantes (0,15 a 7 m) quando comparadas ao raio de voo estimado para *S. aff. depilis* (~900 m, Lichtenberg et al., 2010).

A maior quantidade de pólen e de néctar armazenada na estação chuvosa, o qual se sobrepõe com a abundância de indivíduos disponibilizando principalmente o pólen (Capítulo I), parece ser um padrão para as demais espécies de abelhas. Em colônias de *Apis mellifera*, a

quantidade de pólen coletada também sofre flutuações durante o ano, as quais são atribuídas aos efeitos da sazonalidade de floração (Keller et al., 2005), além de demandas internas da colônia como reservas alimentares e taxa de produção de cria (Fewell e Winston, 1992; Dreller et al., 1999). Nas abelhas sem ferrão do gênero *Melipona*, o pólen é coletado continuamente, sendo a sua aquisição maior nos períodos de aumento na disponibilidade de recursos (Roubik, 1982; Biesmeijer et al., 1999). Nesse contexto de maior disponibilidade de recursos, mais forrageiras são alocadas para coletar o pólen e o néctar (Biesmeijer et al., 1999) e, de fato, o número de operárias de *S. aff. depilis* que retornam às colônias com cargas polínicas é maior na estação chuvosa, como verificado por Faria et al. (2012).

Garantir o armazenamento contínuo de pólen e iniciar o armazenamento de néctar somente no final da estação seca parece ser uma estratégia de *S. aff. depilis* em manter a produção de cria nas colônias, mesmo que em taxas baixas (Capítulo III), durante o período de menor disponibilidade de alimento (Capítulo I) e menor quantidade de operárias retornando às colônias com pólen (Faria et al., 2012). No presente estudo, as forrageiras de *S. aff. depilis* que trabalharam em boa parte da estação seca armazenaram apenas o pólen nos potes de alimento. O néctar, apesar de coletado, não foi armazenado (Capítulo III). Nas abelhas sem ferrão é comum as operárias se especializarem na coleta de pólen ou de néctar durante suas atividades como forrageiras de recursos alimentares (Sommeijer et al., 1983). Em espécies do gênero *Trigona*, a proporção de operárias que coletam o néctar difere de forma significativa ao longo de um ano (Nagamitsu e Inoue, 2002), refletindo no que é armazenado nas colônias. Na estação mais fria, ao direcionar operárias somente para o armazenamento de pólen, as colônias garantem a manutenção das reservas proteicas essenciais ao desenvolvimento dos imaturos. As coletoras de néctar nessa estação parecem estar direcionadas à termorregulação nas colônias, garantindo a sobrevivência da cria nos períodos mais frios (Capítulo III). O excedente de mel da estação chuvosa, decorrente do

último bimestre, seria suficiente para manter as colônias na estação seca e fria, tanto para a alimentação da cria quanto para a utilização como fonte energética e aderência da carga polínica à corbícula durante as viagens de coleta de recursos (Leonhardt et al., 2007). Proporcionalmente, ocorreu maior número de potes com mel no bimestre de fevereiro-março, o que corrobora tal afirmação.

Embora as forrageiras de *S. aff. depilis* tenham armazenado pólen de 65 espécies vegetais ao longo do ano, apenas quatro espécies de hábito arbóreo foram intensamente exploradas, mostrando que as abelhas intensificaram, espacial e temporalmente, a coleta de recursos em poucas fontes. As três espécies preferencialmente utilizadas durante o período mais seco e frio, *Eucalyptus moluccana*, *E. grandis* e *Myracrodruon urundeuva*, floresceram massivamente nessa estação (Capítulo I) e estão entre as fontes mais utilizadas por abelhas do gênero *Scaptotrigona* (Ramalho, 1990; Ferreira et al., 2010; Faria et al., 2012), cujas espécies apresentam a estratégia de forrageamento em grupo, incluindo *S. aff. depilis* (Jarau et al., 2003). As forrageiras, ao recrutarem companheiras de ninho via trilhas de cheiro e marcação de fontes já visitadas (Schmidt et al., 2003), concentram a coleta de pólen em fontes lucrativas, como as de florada massiva localizadas principalmente no estrato arbóreo (Wilms et al. 1996; Ramalho et al., 2004). Tal estratégia de forrageamento, somada ao tamanho populacional das colônias e ao comportamento agressivo, de fato permite que *S. aff. depilis* domine fontes alimentares ricas e exclua outras espécies de abelhas sem ferrão, incluindo aquelas que apresentam forrageamento individual (Lichtenberg et al., 2010).

Durante a estação chuvosa, apenas uma única espécie de planta (*Schinus terebinthifolius*) dominou nos potes de pólen em fevereiro, evidenciando que *S. aff. depilis* foi mais seletiva na utilização de fontes para aprovisionar os potes de alimento nesse mês. Junto à floração de *S. terebinthifolius*, o pico de armazenamento de pólen nas colônias ocorreu associado também à floração de *E. moluccana*, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Serjania lethalis* no

meses de fevereiro e março (Capítulo I). Em colônias de *A. mellifera*, os picos de coleta de pólen geralmente estão associados aos períodos de floração de espécies-chaves (Keller et al., 2005). Fatores como qualidade proteica e distância das fontes de recursos alimentares em relação aos ninhos também podem explicar o uso intensivo de determinadas espécies vegetais pelas abelhas (Cook et al., 2003; Leonhardt e Bluthgen, 2011; Faria et al., 2012; Smith et al., 2012).

O início do armazenamento de mel nas colônias experimentais em agosto pode ter ocorrido em função do pico de floração de indivíduos que disponibilizaram o néctar no estrato arbóreo nesse mesmo mês (Capítulo I). Indivíduos com copas parcialmente desfolhadas, o que facilita a movimentação de polinizadores, e abundância de flores com néctar altamente concentrado em razão da ausência de chuvas (Janzen, 1967) podem ter funcionado como um gatilho para o início do armazenamento do néctar coletado, principalmente, em *Albizia lebbbeck*, *Anadenanthera peregrina*, *M. urundeuva* e *Terminalia catappa*, as quais floresceram em massa (Capítulo I).

A maior diversidade de tipos polínicos nas amostras de mel observada na estação chuvosa deveu-se, principalmente, à utilização das espécies *E. grandis*, *M. caesalpinifolia*, *S. terebinthifolius* e *S. lethalis* no aprovisionamento dos potes de alimento. Tais espécies foram abundantemente utilizadas nos meses de fevereiro e março, mostrando que o padrão fenológico de floração dessas espécies é um dos fatores que pode ter contribuído para o pico de armazenamento de mel nas colônias experimentais de *S. aff. depilis*.

Ficou evidente no presente estudo que o armazenamento de ambos os recursos florais sofreu o efeito da associação entre a disponibilidade de pólen e a temperatura ambiental. Grande parte das espécies que floresceram na área de estudo disponibilizaram principalmente os dois recursos (Capítulo I - Anexo I) e a sobreposição no uso de fontes para o armazenamento de alimento nos potes mostrou que as forrageiras de *S. aff. depilis* tomam o

néctar em flores que também disponibilizam o pólen. Tal comportamento é comum em muitas espécies de abelhas (Michener, 2007), porém em viagens diferentes ao longo do dia nas abelhas sem ferrão (Leonhardt et al., 2007). O pólen é coletado intensamente pela manhã, ao passo que o néctar é coletado tardiamente (Sommeijer et al., 1983; Roubik e Buchmann, 1984; Hilário et al., 2000; Pierrot e Schlindwein, 2003; Kajobe e Echazarreta, 2005), o que pode estar relacionado à maior concentração de açúcares nas flores, tornando-as mais atrativas para as abelhas, por exemplo as do gênero *Melipona* (Roubik e Buchmann, 1984). A temperatura não influencia somente os padrões fenológicos das plantas (Morellato et al., 2000; Talora e Morellato, 2000; Sakai 2001; Liebsch e Mikich, 2009), mas também as atividades de voo das forrageiras, incluindo a busca por recursos florais em *S. aff. depilis* (Figueiredo-Mecca, 2003; Faria et al., 2012) e em demais espécies de abelhas sem ferrão (Hilário et al., 2001; Pick e Blochtein, 2002; Teixeira e Campos, 2005).

5. Referências bibliográficas

- Barth OM (1970) Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 42: 351-366.
- Biesmeijer JC, Born M, Lukács S, Sommeijer MJ (1999) The response of the stingless bee *Melipona beecheii* to experimental pollen stress, worker loss and different levels of information input. Journal of Apicultural Research. 38(1-2): 33-41.
- Camargo JMF, Pedro SRM (2007) Meliponini Lepeletier, 1836. In: Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region (ed. Moure JS, Urban D, Melo GAR), p. 272-578. Sociedade Brasileira de Entomologia, Curitiba.
- Cook SM, Awmack CS, Murray DA, Williams IH (2003) Are honey bees` foraging preferences affected by pollen amino acid composition? Ecological Entomology. 28(5): 622-627.
- Dreller C, Page RE, Fondrk MK (1999) Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space. Behavioral Ecology and Sociobiology. 45(3/4): 227-233.
- Eltz T, Bruhl CA, Van der Kaars S, Chey, VK, Linsenmair KE (2001) Pollen foraging and resource partitioning of stingless bees in relation to flowering dynamics in a Southeast Asian tropical rainforest. Insectes Sociaux. 48(3): 273-279.
- Erdtman G (1960) The acetolized method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift. 54: 561-564.
- Faria LB, Aleixo KP, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI (2012) Foraging of *Scaptotrigona aff. depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. Psyche (New York). 2012 12.

- Ferreira MG, Manente-Balestieri FCD, Balestieri, JBP (2010) Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 54 (2): 258-262.
- Fewell JH, Winston ML (1992) Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 30(6): 387-393.
- Figueiredo-Mecca G (2003) O comportamento forrageiros das operárias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) relacionado a fatores climáticos. Dissertação, Universidade de São Paulo, USP. 65p.
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert AMP (2000) Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*. 60(2): 299-306.
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca, VL, Kleinert, AMP (2001) Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt.*) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*. 61(2): 191-196.
- Hutcheson K (1970) A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology** 29: 151-4
- Janzen DH (1967) Synchronization of sexual reproduction of trees within dry season in Central America. *Evolution*. 21(3): 620-637.
- Jarau S, Hrcir M, Schmidt VM, Zucchi R, Barth, FG (2003) Effectiveness of recruitment behavior in stingless bees (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*. 50(4): 365-374.
- Jarau S, Hncir M (2009) Social insects and the exploitation of food sources: concluding thoughts. In: Food exploitation by social insects - Ecological, behavioral, and theoretical approaches (ed. Jarau S, Hncir M), p. 323-330. CRC Press, USA.
- Kajobe R, Echazarreta CM (2005) Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae; Meliponini) in Ugandan tropical forests. *African Journal of Ecology*. 43(3): 267-275.
- Karr JR (1976) Seasonality, resource availability, and community diversity in tropical bird communities. *The American Naturalist*. 110(976): 973-994.
- Keller I, Fluri P, Imdorf A (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees: part II. *Bee World*. 86(2): 27-34.
- Leonhardt SD, Dworschak K, Eltz T, Blüthgen N (2007) Foraging loads of stingless bees and utilisation of stored nectar for pollen harvesting. *Apidologie*. 38(2): 125-135.
- Leonhardt SD, Blüthgen, N (2011) The same, but different: pollen foraging in honeybee and bumblebee colonies. *Apidologie*. 42(4): 449-464.
- Lichtenberg EM, Imperatriz-Fonseca VL, Nieh JC (2010) Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. *Insectes Sociaux*. 57(1): 105-113.
- Liebsch D, Mikich SB (2009) Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 32(2): 375-391.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1970) Methods of melissopalynology. *Bee World*. 51: 25-138.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G (1978). Methods of melissopalynology. *Bee World*. 59: 139-157.
- Menezes C, Vollet-Neto A, Imperatriz-Fonseca VL (2012) A method for harvesting unfermented pollen from stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Journal of Apicultural Research*. 51(3): 240-244.
- Michener CD (2007) The bees of the word, second ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Mincley RL, Roulston TH (2006) Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: Specialization and generalization in plant-pollinator interactions (ed. Waser

- NM, Ollerton J), p. 69-98. The University of Chicago Press, Chicago.
- Montero I, Tormo R (1990) Análisis polínico de mieles de cuatro zonas montañosas de Extremadura. *Nacional Asociación Palinologica Lengua Española*. 5: 71-78.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencke CC, Romera EC, Zipparro VB (2000) Phenology of Atlantic rain forest trees: A comparative study. *Biotropica*. 32(4B): 811-823.
- Nagamitsu T, Inoue T (2002) Foraging activity and pollen diets of subterranean stingless bee colonies in response to general flowering in Sarawak, Malaysia. *Apidologie*. 33(3): 303-314.
- Pick RA, Blochtein B (2002) Atividade de coleta e origem floral do pólen armazenado em colônias de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 19(1): 289-300.
- Pierrot LM, Schlindwein C (2003) Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Revista Brasileira de Zoologia*. 20(4): 565-571.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Ramvalho M (1990) Foraging by stingless bees of the genus, *Scaptotrigona* (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research*. 29(2): 61-67.
- Ramvalho M, Kleinert-Giovannini A, Imperatriz-Fonseca VL (1990) Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and Trigonini) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. *Apidologie*. 21(5): 469-488.
- Ramvalho M (2004) Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica Brasilica*. 18 37-47.
- Roubik DW (1982) Seasonality in colony food storage, brood production and adult survivorship: studies of *Melipona* in tropical forest (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 55(4): 789-800.
- Roubik DW, Buchmann SL (1984) Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. *Oecologia*. 61(1): 1-10.
- Sakai S (2001) Phenological diversity in tropical forest. *Population Ecology*. 43: 77-86.
- Schmidt VM, Zucchi R, Barth FG (2003) A stingless bee marks the feeding site in addition to the scent path (*Scaptotrigona* aff. *depilis*). *Apidologie* 34(3): 237-248.
- Shannon CE, Weaver W (1949) The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana.
- Silva CI, Ballesteros PLO, Palmero MA, Bauermann SG, Evaldt ACP, Oliveira PE (2010) Catálogo polínico: Palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa* no Triângulo Mineiro. EDUFU, Uberlândia.
- Silva PR, Bego LR, Sakagami SF (2001) On the cell provisioning and oviposition process (POP) of the stingless bee *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera: Meliponinae). *Sociobiology*. 38(3B): 615-638.
- Smith AR, Lopez Quintero IJ, Moreno Patino JE, Roubik DW, Weislo WT (2012) Pollen use by *Megalopta* sweat bees in relation to resource availability in a tropical forest. *Ecological Entomology*. 37(4): 309-317.
- Sommeijer MJ, Rooy GA, Punt W, Bruijn LLM (1983) A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honeybees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. *Apidologie*. 14(3): 205-224.
- Talora DC, Morellato PC (2000) Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 23(1): 13-26.

- Teixeira LV, Campos FNM (2005) Início da atividade de voo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*. 7(2): 195-202.
- van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ (1993) The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24 353-377.
- Wilms W, Imperatriz-Fonseca VL, Engels W (1996) Resource partitioning between highly eusocial bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 31(3-4): 137-151.
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith GM (2009) Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer, Nova York.

CAPÍTULO III

**Influência da disponibilidade de pólen na produção de cria em colônias de *Scaptotrigona*
aff. depilis (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**

Resumo

Esse estudo objetivou avaliar as estratégias adotadas pelas colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* diante da sazonalidade na disponibilidade de recursos florais. A cria foi produzida ao longo de todo o ano, com aumento durante a estação chuvosa (células de cria construídas em média, seca=171,28 e chuvosa=282). A quantidade de cria produzida foi influenciada pela disponibilidade de pólen em campo, bem como pela quantidade de alimento armazenada nas colônias experimentais, indicando que tal evento biológico em *S. aff. depilis* é regulado também pela atividade de forrageio por recursos florais. A quantidade de alimento armazenada nos potes não se correlacionou com o número de forrageiras em atividade nas colônias experimentais, nem com o tamanho das forrageiras. Na metade da estação fria e seca, embora muitas forrageiras estiveram em atividade, inclusive de tamanhos maiores, pouca quantidade de pólen foi armazenada e nenhum mel foi produzido, indicando que as forrageiras tenham coletado o néctar para termorregulação. Esse estudo sugere que as colônias de *S. aff. depilis* podem produzir abelhas maiores e em maior quantidade enquanto existe alimento em abundância nas colônias para lidar com necessidades futuras.

Palavras-chave: alimento, sazonalidade, tamanho da abelha, estratégia, provisionamento

Abstract

This study aimed to evaluate the strategies adopted by colonies of *Scaptotrigona* aff. *depilis* in an area with seasonal availability of floral resources. Brood production occurred throughout the year, with an increase during the rainy season (brood production on average, dry season=171.28 and rainy season=282). The brood production was influenced both by the availability of pollen in the field and by the amount of food stored in the experimental colonies, showing that such biological event is also regulated by the foraging patterns of *S.*

aff. depilis. There was no correlation between the amount of stored pollen and number of active foragers in experimental colonies, and no correlation between the first and foragers' size. In the middle of the cold and dry season, although it has been found a great number of bigger foragers, little amount of pollen was collected and no honey was produced, indicating that the foragers have collected nectar for thermoregulation. This study suggest that colonies of *S. aff. depilis* can produce a great number of bigger bees while there is food in abundance in the colonies to deal with future adversities.

Keywords: food, seasonality, bee size, strategy, provision

1. Introdução

A reprodução em muitas espécies de aves e mamíferos coincide com o período de maior abundância alimentar no ambiente (van Schaik et al., 1993), sendo, portanto, um evento biológico sazonal. Em grupos cuja a reprodução ocorre durante o ano todo, a redução no número de ovos por ninhada é uma estratégia adotada frente a menor disponibilidade de alimento (Ballinger, 1977).

Nas abelhas sem ferrão, grupo que possui colônias perenes, a variação temporal no tamanho das operárias influenciada por fatores ambientais é uma estratégia que está bem documentada na literatura. Essa variação está correlacionada com as reservas alimentares das colônias (Ramalho et al., 1998; Veiga et al., 2012), as quais podem influenciar na quantidade e na qualidade do alimento oferecido às larvas. De fato, tanto a quantidade quanto a qualidade do alimento larval, principalmente em relação ao conteúdo proteico, influenciam o tamanho de operárias recém-emergidas (Quezada-Euán et al., 2010). As reservas influenciam inclusive no tamanho corporal de sexuais (Pech-May et al., 2012). Variações na longevidade de operárias também ocorrem ao longo do ano. Nos períodos de escassez alimentar, há uma

redução na produção de imaturos, as operárias se dedicam intensamente às tarefas internas do ninho e vivem mais (Roubik, 1982; Alves et al., 2009).

A variação temporal na produção de cria já foi estudada em algumas espécies de abelha sem ferrão, principalmente sob a influência de fatores climáticos como a temperatura e o fotoperíodo (Velthuis et al., 1995; Ribeiro et al., 2003; Borges e Blochtein, 2006). Relacionada às reservas alimentares, a variação na produção de cria foi estudada por Roubik (1982) e Bego (1990) em duas espécies de *Melipona* e em *Scaptotrigona postica*, respectivamente. No entanto, estudos caracterizando as estratégias reprodutivas adotadas pelas abelhas sem ferrão sob a influência da distribuição espaço-temporal de recursos florais considerando o padrão fenológico das plantas são inexistentes.

Dado que a entrada e o armazenamento de alimento nas colônias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* é determinada pela variação sazonal na disponibilidade de pólen e se concentra em um período do ano (Capítulos I e II), objetivou-se saber como as colônias se comportam sob aspectos internos frente à sazonalidade na disponibilidade de recursos florais. Para isso, foram avaliados a produção de cria, a quantidade de operárias em atividade de forrageamento e o tamanho corporal das forrageiras ao longo do ano.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no meliponário experimental da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) concomitante ao estudo de composição florística e fenologia de floração (Capítulo I), e ao estudo do armazenamento de recursos alimentares por *Scaptotrigona* aff. *depilis* nas colônias experimentais entre abril de 2011 e março de 2012 (Capítulo II).

2.2. Análise da produção de cria

Para estimar a produção mensal de cria em *S. aff. depilis*, foi utilizada a seguinte metodologia: diariamente, em intervalos de 24h, a região dos favos de cria recém construídos nas colônias mães foi fotografada. As fotos foram registradas durante quatro dias consecutivos em cada mês, em quatro colônias mães, as mesmas que foram utilizadas para a formação das colônias experimentais (Capítulo II). Por meio da comparação entre as fotos, foi possível determinar o número de células construídas e aprovisionadas por dia. O primeiro dia serviu como referencial para quantificar as novas células aprovisionadas em 24h no segundo dia e, assim, sucessivamente. Dessa maneira, a estimativa mensal foi baseada na média de três dias de quantificação na região de cria (Fig. 1). As fotos foram tomadas na semana anterior à formação das colônias experimentais.

Figura 1. Sequência de fotografias tiradas em quatro dias consecutivos, com um intervalo de 24h, na região das células de cria a fim de acompanhar a produção mensal de cria (o círculo em vermelho representa o favo mais antigo).

2.3. Número de forrageiras em atividade e morfometria das forrageiras

As operárias coletadas para a estimativa do número de forrageiras e para o estudo de morfometria foram aquelas que deixaram as colônias mães e iniciaram as atividades nas respectivas colônias experimentais (Capítulo II). Após a troca de lugar com as colônias mães, cada colônia experimental permaneceu em observação por sete dias. No final do experimento (sétimo dia), quando todas as operárias estavam dentro das colônias experimentais, ao anoitecer, estas foram fechadas e removidas para o laboratório. As colônias foram mantidas em freezer para que as abelhas reduzissem suas atividades para, então, serem capturadas,

quantificadas e medidas. Esse procedimento foi concomitante à coleta do alimento armazenado nas colônias experimentais (Capítulo II).

O número total de operárias encontrado em cada colônia experimental foi o valor adotado como estimativa do número de operárias que estiveram em atividade de coleta e armazenamento de alimento nas colônias experimentais.

Para analisar a variação no tamanho das forrageiras ao longo do período estudado, foram amostrados aleatoriamente 10 indivíduos em cada uma das colônias ($n=8/\text{bimestre}$), totalizando 80 amostras/bimestre. Em cada indivíduo foi tomada a medida para o cálculo (em mm^2) da área tibial da perna posterior direita, região onde ficam aderidas as cargas polínicas. A distância intertegular (DI) também foi tomada no tórax dos mesmos indivíduos e relacionada com a área da tibia utilizando a correlação de Pearson. Como houve uma correlação positiva entre essas duas medidas de morfometria ($r=0,72$; $p<0,01$), no presente estudo foi adotada a distância intertegular por ser um bom indicador do tamanho das abelhas (Cane, 1987; Veiga et al., 2012). As medidas foram feitas no programa LAS 3.8.0 a partir de imagens obtidas em um estereomicroscópio com uma câmera digital acoplada.

2.4. Análise de dados

As análises foram feitas considerando pares de meses, totalizando três bimestres na estação seca e três bimestres na estação chuvosa. Os seguintes bimestres foram considerados, cada um com o estudo de oito colônias: abril-maio, junho-julho, agosto-setembro, outubro-novembro, dezembro-janeiro e fevereiro-março.

Uma vez que a produção de cria seguiu o padrão de uma distribuição normal segundo o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (cria: $W=0,97$; $p>0,05$) foi selecionado o teste t pareado para comparar as médias entre as estações seca e chuvosa.

Modelos Lineares Mistos (LME) foram utilizados para testar o efeito da

disponibilidade de recursos florais e da quantidade de recursos alimentares armazenados nas colônias experimentais sobre a produção de cria em *S. aff. depilis*. Tal abordagem foi utilizada pelo fato desses modelos controlarem a dependência entre os dados obtidos em cada uma das oito colônias incluindo 'colônia' como um componente randômico. O componente fixo dos LMEs foram as variáveis explanatórias: disponibilidade de pólen e néctar, representada pelo número de indivíduos que floresceram durante o período de estudo (Capítulo I), e os recursos pólen e mel armazenados nas colônias experimentais, representados pela massa (g) e volume (mL), respectivamente (Capítulo II). As variáveis do componente fixo que não atuaram de maneira significativa ($p < 0,05$) foram removidas dos modelos finais. Para a seleção dos melhores modelos, foi utilizado o protocolo proposto por Zuur et al. (2009).

Foi calculado o coeficiente de Pearson (r) (Zar, 1999) para verificar a relação entre a quantidade de alimento armazenada (pólen e mel) nas colônias experimentais e (1) a estimativa do número de forrageiras em atividade nas colônias experimentais e (2) o tamanho das forrageiras.

Todas as análises foram feitas utilizando o R versão 2.13.1 (R Development Core Team, 2011).

3. Resultados

A produção de cria nas colônias mães variou entre as estações (seca: $171,28 \pm 83,86$; chuvosa: $282 \pm 74,72$; $t_{19} = -4,23$; $p < 0,01$) e aumentou no período de maior entrada e armazenamento de recursos florais, ou seja, na estação chuvosa, com pico no bimestre de fevereiro-março (Fig. 2). A cria produzida nas colônias mães ao longo do ano foi influenciada pela disponibilidade de pólen no campo e pela quantidade de recursos alimentares que foi armazenada nas colônias experimentais (Tabela 1). Ao longo do período estudado, não foram observadas posturas apenas em duas colônias no bimestre de junho-julho.

Tabela 1. Relações entre a produção de cria nas colônias mães e as variáveis incluídas no melhor modelo utilizando LME.

Variáveis	Cria		
	GL	<i>F</i>	<i>p</i>
Massa pólen (g)	29	9,26	<0,01
Volume néctar (mL)	29	5,30	<0,01
Disponibilidade pólen	29	6,63	<0,01

Figura 2. Distribuição da cria produzida nas oito colônias mães entre abril de 2011 e março de 2012. **(A)** Cria/estação. **(B)** Cria/bimestre. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores. Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.

A quantidade de alimento armazenada nos potes não se correlacionou com o número de forrageiras em atividade nas colônias experimentais ($r_{\text{massa pólen}}=0,31$; $r_{\text{volume mel}}=0,22$; $p>0,05$) nem com o tamanho das forrageiras ($r_{\text{massa pólen}}=0,14$; $r_{\text{volume mel}}=0,11$; $p>0,05$). A maior quantidade de forrageiras foi observada no bimestre de junho-julho, assim como as forrageiras de maior tamanho (Fig. 3).

Figura 3. Distribuição do número de operárias (A) e da distância intertegular (mm) (B) das forrageiras em atividade nas oito colônias mães entre abril de 2011 e março de 2012. Boxplots: a linha em negrito na caixa indica a mediana. Os limites inferior e superior à mediana indicam o quartil inferior e superior, respectivamente. As hastes delimitam a distribuição de 95% dos valores. Os valores fora dos limites de 95% estão representados individualmente.

4. Discussão

A sazonalidade na disponibilidade de pólen foi um dos aspectos importantes que influenciou o aumento ou a diminuição na produção de cria em colônias de *S. aff. depilis*. Segundo Bego (1990), a colônia de *Scaptotrigona postica* como um todo passa por diferentes fases ao longo do ano, com alta produtividade e subsequente enfraquecimento, esta última evidenciada pelo menor número de construção de células de cria, pouca reserva de pólen e de néctar, entre outros aspectos. O método usado para estimar a sazonalidade na disponibilidade de recursos florais na área estudada (Capítulo I) foi importante permitindo identificar a influência dessa variável nas atividades internas das colônias de *S. aff. depilis*.

O método desenvolvido por Menezes et al. (2012) e usado no presente estudo, permitiu analisar a atividade de forrageamento de recursos florais pelas operárias ao longo de todo o ano. Com isso foi possível verificar que o aumento na taxa de postura em *S. aff. depilis* e, conseqüentemente o aumento populacional das colônias, foi estimulado pela maior entrada de alimento nas colônias experimentais, o mesmo que deveria ser armazenado nas colônias mães. Na estação chuvosa foi evidente a correlação entre o armazenamento de alimento e a produção de cria. Outro fato que corrobora tal afirmação é que no bimestre de junho-julho, em que foi observada a menor quantidade de recursos florais armazenada nas colônias experimentais ao longo do ano, duas colônias mães não apresentaram postura. Uma dessas colônias experimentais apresentou muitas operárias em atividade (n=1447), porém pouco armazenamento de alimento (0,99 g de pólen). Na outra colônia experimental nenhuma atividade de armazenamento de recursos foi observada. Segundo Bego (1990), estudando *S. postica*, a produção de cria esteve fortemente correlacionada com as reservas de alimento, de modo que existiu uma sincronização entre os picos de ambos os eventos nas colônias avaliadas. A variação sazonal nas reservas alimentares também afetou diretamente a produção de cria em colônias de *Melipona favosa* e *M. fulva* (Roubik, 1982), *Trigona ventralis*, (Chinh

e Sommeijer, 2005), *Plebeia remota* (Ribeiro et al., 2003) e *Apis mellifera* (Fewell e Winston, 1992; Dreller et al., 1999).

A diminuição na produção de células de cria em colônias de *S. aff. depilis* durante a estação mais fria está de acordo com a literatura para outras espécies de abelhas sem ferrão (Velthuis et al., 1999; Vollet-Neto et al., 2011). Em algumas espécies, as colônias inclusive interrompem a construção de novas células de cria e a postura, caracterizando o fenômeno da diapausa reprodutiva (van Benthem et al., 1995; Ribeiro et al., 2003; Borges and Blochtein, 2006). Vollet-Neto et al. (2011), em seu estudo com *Nannotrigona testaceicornis*, sugerem que a produção de cria em baixas temperaturas diminui devido a uma troca de tarefas pelas operárias, as quais trabalhariam menos na construção de novas células para se dedicarem a termorregulação do ninho. Os autores, ao induzirem o aumento da temperatura nos ninhos pelo uso de aquecedores artificiais, observaram que houve um aumento na produção de cria no período mais frio do ano. A finalidade de termorregulação poderia explicar o alto número de forrageiras encontradas nas colônias experimentais no bimestre de junho-julho quando comparado ao restante do ano.

As forrageiras observadas no bimestre de junho-julho corresponderam a 23,50% do total de forrageiras em atividade nas colônias experimentais durante todo o ano. O presente estudo apresenta fortes evidências de que grande parte das forrageiras em atividade no bimestre de junho-julho tenha coletado o néctar com a finalidade apenas de termorregulação, uma vez que uma baixa quantidade de pólen foi armazenada nas colônias experimentais, inclusive com ausência de mel (Capítulo II). Ao direcionar muitas operárias para a coleta de néctar, a sobrevivência nas colônias e o desenvolvimento dos imaturos frente a temperatura média mais baixa do ano estariam garantidos (Capítulo I). De acordo com Nunes-Silva et al. (2010), na fase de diapausa reprodutiva em *P. remota*, o néctar foi o recurso predominantemente coletado pelas forrageiras, provavelmente também para termorregulação,

embora tal hipótese não tenha sido testada. Outro fator que fortalece a hipótese de que as forrageiras de *S. aff. depilis* estiveram associadas às atividades de termorregulação no período mais frio do ano está relacionado ao tamanho das operárias que trabalharam nas colônias experimentais no bimestre de junho-julho. Uma das respostas comportamentais das abelhas sociais a baixas temperaturas ambientais é a aglomeração na região de cria e geração de calor metabólico no tórax pela movimentação da musculatura de vôo, de modo que operárias maiores são capazes de gerar mais calor (Engels et al., 1995; Jones e Oldroyd, 2007). Tais operárias maiores foram produzidas no bimestre anterior (abril-maio), no qual também houve alta produção de cria e armazenamento de alimento comparado a produtividade nos demais bimestres da estação seca, indicando que as colônias, ao sofrerem influência de um conjunto de estímulos ambientais, podem produzir abelhas maiores e em maior quantidade para suprir adversidades futuras. A existência de variação no tamanho corporal de adultos têm sido demonstrada em diversos grupos de abelhas, estando correlacionada com a quantidade de alimento oferecido às larvas (Plowright e Jay, 1977; Ribeiro, 1994; Bosch e Vicens, 2006), qualidade do alimento larval, principalmente em relação ao conteúdo proteico (Roulston e Cane, 2002; Quezada-Euán et al., 2010), assim como pelas reservas alimentares em colônias de abelhas sem ferrão (Ramalho et al., 1998; Veiga et al., 2012). Neste caso, as reservas influenciam inclusive o tamanho de machos (Pech-May et al., 2012).

Durante a estação chuvosa as forrageiras se dedicam intensamente à coleta e ao armazenamento de recursos florais (Capítulo II; Figueiredo-Mecca, 2003; Faria et al., 2012) e, conseqüentemente, viveriam menos devido à maior exposição a predação e ao desgaste fisiológico. Dessa maneira, com a abundância de recursos disponível e o alto número de forrageiras em atividades de armazenamento de recursos, as colônias podem investir em mais indivíduos sem comprometer sua sobrevivência durante a estação chuvosa. Em *Melipona*, a longevidade e o nível da atividade desempenhada pelas operárias se correlacionam

negativamente, ou seja, as forrageiras que trabalham intensamente na coleta de pólen e néctar vivem menos (Biesmeijer e Tóth, 1995). Nos períodos de escassez alimentar, ao contrário, as operárias trabalham mais dentro do ninho e tem a longevidade aumentada (Roubik, 1982; Alves et al., 2009).

Outro aspecto, não abordado no presente estudo, mas que também sofre influência da sazonalidade alimentar é a produção temporal de sexuais, como observado em colônias de *S. postica*. Essa espécie de abelha é influenciada pela sazonalidade alimentar, com maior emergência de machos e rainhas nos períodos de maior reserva de pólen e mel nas colônias (Bego, 1982; 1990). Em *Melipona beecheii*, colônias experimentalmente bem alimentadas também produziram mais sexuais comparado às colônias com privação de pólen (Moo-Valle et al., 2001). Segundo Alves et al. (2009), em *Plebeia remota* em favos com maior número de células a emergência de machos é proporcionalmente maior.

5. Referências bibliográficas

- Alves DA, Imperatriz-Fonseca VL, Santos-Filho PS (2009) Production of workers, queens and males in *Plebeia remota* colonies (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), a stingless bee with reproductive diapause. *Genetics and Molecular Research*. 8(2): 672-683.
- Ballinger RE (1977) Reproductive strategies: food availability as a source of proximal variation variation in a lizard. *Ecology*. 58: 628-635.
- Bego LR (1982) On social regulation in *Nannotrigona (Scaptotrigona) postica* Latreille, with special reference to male production cycles (Hym., Apidae, Meliponinae). *Bolm. Zool. Univ S. Paulo*. 7: 181-196.
- Bego LR (1990) On social regulation in *Nannotrigona (Scaptotrigona) postica* Latreille, with special reference to productivity of colonies (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Entomologia*. 34(4): 721-738.
- Biesmeijer JC, Tóth E. (1995) Individual foraging, activity level and longevity in the stingless bee *Melipona beecheii* in Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Insectes Sociaux*. 45(4): 427-443.
- Borges FV, Blochtein B (2006) Variação sazonal das condições internas de colônias de *Melipona marginata obscurior* Moure, no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23(3): 711-715.
- Bosch J, Vicens N (2006) Relationship between body size, provisioning rate, longevity and reproductive success in females of the solitary bee *Osmia cornuta*. *Behavioral Ecology Sociobiology*. 60(1): 26-33.
- Cane JH (1987) Estimation of bee size using intertegular span (Apoidea). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 60(1): 145-147.

- Chinh TX, Sommeijer MJ (2005) Production of sexuals in the stingless bee *Trigona (Lepidotrigona) ventralis flavibasis* Cockerell (Apidae, Meliponini) in northern Vietnam. *Apidologie*. 36(4): 493-503.
- Dreller C, Page RE, Fondrk MK (1999) Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 45(3/4): 227-233.
- Engels W, Rosenkranz P, Engels E (1995) Thermoregulation in the nest of the neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis on the evolution of temperature homeostasis in highly eusocial bees. *Studies in Neotropical Fauna and Environment*. 30(4): 193-205.
- Faria LB, Aleixo KP, Garófalo CA, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI (2012) Foraging of *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae) in an urbanized area: Seasonality in resource availability and visited plants. *Psyche (New York)*. 2012 12.
- Fewell JH, Winston ML (1992) Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 30(6): 387-393.
- Figueiredo-Mecca G (2003) O comportamento forrageiros das operárias de *Scaptotrigona* aff. *depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) relacionado a fatores climáticos. Dissertação, Universidade de São Paulo, USP. 65p.
- Jones JC, Oldroyd BP (2007). Nest thermoregulation in social insects. *Advances in Insect Physiology*. 33: 153-191.
- Moo-Valle H, Quezada-Euán JJG, Wenseleers T (2001) The effect of food reserves on the production of sexual offspring in the stingless bee *Melipona beecheii* (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*. 48(4): 398-403.
- Nunes-Silva P, Hilário SD, Santos-Filho, PS, Imperatriz-Fonseca VL (2010) Foraging activity in *Plebeia remota*, a stingless bees species, is influenced by the reproductive state of a colony. *Psyche (New York)*. 2010 17.
- Pech-May FG, Medina-Medina L, May-Itzá WJ, Paxton RJ, Quezada-Euán JJG (2012) Colony pollen reserves affect body size, sperm production and sexual development in males of the stingless bee *Melipona beecheii*. *Insectes Sociaux*. 59(3): 417-424.
- Plowright RC, Jay SC (1977) On the size determination of bumble bee castes (Hymenoptera: Apidae). *Canadian Journal of Zoology*. 55(7): 1133-1138.
- Quezada-Euán J J G, López-Velasco A, Pérez-Balam, J, Moo-Valle H, Velazquez-Madrazo A, Paxton RJ (2010) Body size differs in workers produced across time and is associated with variation in the quantity and composition of larval food in *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera, Meliponini). *Insectes Sociaux*. 58(1): 31-38.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Giannini TC (1998) Within-colony size variation of foragers and pollen load capacity in the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Apidae, Hymenoptera). *Apidologie*. 29(3): 221-228.
- Ribeiro MF (1994) Growth in bumble bee larvae: relation between development time, mass, and amount of pollen ingested. *Canadian Journal of Zoology*. 72(11): 1978-1985.
- Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL, Santos-Filho, PS (2003) A interrupção da construção de células de cria e postura em *Plebeia remota* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)
- Roubik DW (1982) Seasonality in colony food storage, brood production and adult survivorship: studies of *Melipona* in tropical forest (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 55(4): 789-800.

- Roulston TH, Cane JH (2002) The effect of pollen protein concentration on body size in the sweat bee *Lasioglossum zephyrum* (Hymenoptera: Apiformes). *Evolutionary Ecology*. 16(1): 49-65.
- van Benthem FDJ, Imperatriz-Fonseca, VL, Velthuis HHW (1995) Biology of the stingless bee *Plebeia remota* (Holmberg): observations and evolutionary implications. *Insectes Socioux*. 42(1): 71-87.
- van Schaik CP, Terborgh JW, Wright SJ (1993) The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 24 353-377.
- Veiga JC, Menezes C, Venturieri, GC, Contrera, FAL (2012) The bigger, the smaller: relationship between body size and food stores in the stingless bee *Melipona flavolineata*. *Apidologie*.
- Velthuis HHW, Koedam D, Imperatriz-Fonseca VL (1999) The rate of brood cell production in the stingless bee *Melipona bicolor* fluctuates with nest box temperature. *Revista de Etologia*. 2(1): 141-145.
- Vollet-Neto A, Menezes C, Imperatriz-Fonseca VL (2011) Brood production increases when artificial heating is provided to colonies of stingless bees. *Journal of Apicultural Research*. 50(3): 242-247.
- Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*, fourth ed. Prentice Hall International Editions, New Jersey
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith GM (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, Nova York.

Conclusão geral

A variação sazonal na disponibilidade de pólen regula a entrada e o armazenamento de alimento em colônias de *S. aff. depillis*. Em períodos de abundância de recursos florais, as forrageiras estocam alimento suficiente para manter as colônias durante o período de escassez alimentar. Neste período, as forrageiras coletam tanto o pólen quanto o néctar, porém armazenam somente o pólen, a fonte protéica essencial ao desenvolvimento dos imaturos. O néctar é coletado por muitas forrageiras, com tamanhos maiores, para a termorregulação colonial. Ainda nos períodos de escassez alimentar, as colônias diminuem o número e o tamanho dos indivíduos produzidos, economizando a pouca quantidade de alimento que é coletada e armazenada. O crescimento colonial, consequentemente da população de *S. aff. depillis* no campus, ocorre em razão de maior quantidade de alimento armazenada. Neste contexto de maior armazenamento de recursos, as colônias investem em um grande número de abelhas maiores para suprir necessidades futuras. Outros trabalhos realizados com abelhas sem ferrão indicam que elas ainda diminuem a produção de sexuais e a longevidade das operárias é aumentada durante os períodos de escassez alimentar. Todas essas estratégias permitem que as colônias de abelhas sem ferrão mantenham a perenidade, mesmo em condições adversas.