

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FORRAGEAMENTO ESTACIONAL DA *Apis mellifera* L.,
1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) E IDENTIFICAÇÃO DA
FLORADA APÍCOLA DE IMPORTÂNCIA NECTÍFERA E
POLINÍFERA EM JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRASIL**

**Hanay dos Santos Doreto
Zootecnista**

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FORRAGEAMENTO ESTACIONAL DA *Apis mellifera* L.,
1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) E IDENTIFICAÇÃO DA
FLORADA APÍCOLA DE IMPORTÂNCIA NECTÍFERA E
POLINÍFERA EM JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRASIL**

Discente: Hanay dos Santos Doreto

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Genética e
Melhoramento de Plantas)**

2019

D695f Doreto, Hanay dos Santos
Forrageamento estacional da *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) e identificação da florada apícola de importância nectífera e polínifera em Jaboticabal, São Paulo, Brasil / Hanay dos Santos
Doreto. -- Jaboticabal, 2019
53 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Eduardo Custódio Gasparino

1. Abelhas. 2. Flora apícola. 3. Grãos de pólen. 4. Mel. 5. Melissopalínologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

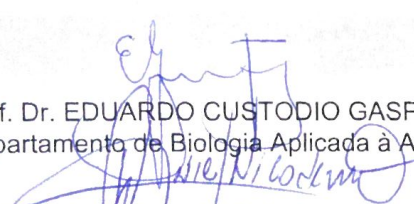
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FORRAGEAMENTO ESTACIONAL DA *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) E IDENTIFICAÇÃO DA FLORADA APÍCOLA DE IMPORTÂNCIA NECTÍFERA E POLINÍFERA EM JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRASIL

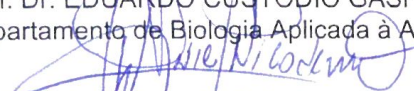
AUTORA: HANAY DOS SANTOS DORETO

ORIENTADOR: EDUARDO CUSTODIO GASPARINO

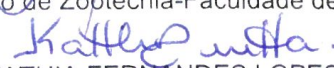
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO

Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. DANIEL NICODEMO

Departamento de Zootecnia-Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena-UNESP / Dracena/SP


Profa. Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 13 de setembro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HANAY DOS SANTOS DORETO, nascida em Votuporanga - SP em 16 de março de 1992, é filha de Rosana dos Santos Doreto e Mário Doreto Filho. Iniciou sua vida acadêmica no ano de 2010 no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Campus de Jaboticabal, concluindo no ano de 2015. Durante a graduação foi cativada pela botânica e pela nutrição de monogástricos, desenvolvendo iniciações científicas em ambas as áreas com orientação do Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino e da Prof.^a Dr.^a Nilva Kazue Sakomura, respectivamente. Para ingressar no curso de mestrado acadêmico escolheu a área de Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas na mesma instituição em agosto de 2017 com orientação do Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino onde conseguiu aprofundar os conhecimentos em morfologia polínica. Atua principalmente na área de melissopalínologia, estudando as plantas que as abelhas utilizam para a produção dos seus produtos através da identificação dos tipos polínicos presentes.

EPÍGRAFE

“Se as abelhas desaparecerem da face da Terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem a flora não há animais, sem animais não haverá a raça humana.”

Albert Einstein

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

Henfil

DEDICATÓRIAS

Aos meus pais, por me proporcionarem uma maravilhosa educação!

A minha mãe Rosana dos Santos Doreto pelo apoio, compreensão, carinho e
amor incondicional!

Ao meu namorado Renan Fabrizzio Lima Viche pelo companheirismo e por
todo carinho!

Aos meus amados Banz e Madruguinha pelos momentos de alegria que me
proporcionaram!

AGRADECIMENTOS

A Deus por não soltar minha mão quando segurei a dele e por ter me dado esperança, coragem, força e sabedoria para enfrentar os obstáculos dessa trajetória.

Aos meus pais Rosana dos Santos Doreto e Mário Doreto Filho sou grata por todos os esforços que fizeram para que eu conseguisse realizar meus sonhos.

A minha mãe Rosana, minha inspiração e maior incentivadora.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino, agradeço pelas orientações, apoio, auxílios e amizade nesta trajetória.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal-UNESP, pela minha formação acadêmica e por toda a estrutura.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, que apoio e concedeu a bolsa de Mestrado.

Ao programa de Genética e Melhoramento de Plantas por me proporcionarem conhecimento.

Aos professores que contribuíram para minha formação no programa de pós-graduação Eduardo Custodio Gasparino, Gilson Volpato, Gustavo Vitti Moro, Jackson Antônio Marcondes de Souza, Kathia Fernandes Lopes Pivetta, Manoel Victor Franco Lemos, Mateus Figueiredo Santos, Sandra Helena Uneda-Trevisoli e Rinaldo Cesar de Paula.

Aos professores da Banca de Qualificação, Dr. Rinaldo Cesar de Paula e Dr^a. Kathia Fernandes Lopes Pivetta.

Aos professores da Banca de Defesa, Dr. Daniel Nicodemo e Dr^a. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, pela disponibilidade e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária e todos os professores e funcionários, em especial a técnica de laboratório Roseli Conceição Silva.

Aos companheiros de Laboratório que me ajudaram profissionalmente e pessoalmente Aline Lemos, Ana Carolina Venancio, Bruna Trevisan, Carolina Prandi, Cíntia Souza, Eduardo Lopes Soares, Fernanda Dutra, Larissa Oliveira, Lorryne Landi, Marcela Sponchiado, Paloma Torрати e Talita Belonsi.

Ao Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia da UNESP/FCAV Jaboticabal e ao belíssimo grupo Flora que surgiu para ajudar reerguer este incrível setor.

As pessoas que me ajudaram nas coletas de mel Alice Gonçalves, Myla Peruquetti, Valentina Montoya, Marisa Clemente Rodrigues e Renan Fabrizzio Lima Viche.

A Doutoranda Marisa Clemente Rodrigues por me aproximar das abelhas e me proporcionar incríveis experiências.

Ao professor e amigo Sergio Valeri por se disponibilizar em me ajudar no reconhecimento da área de estudo e de possíveis plantas presentes.

A professora Maria Imaculada Fonseca pelo carinho e amizade durante todos os anos de UNESP/FCAV.

A Renata Izabel Dozzi Tezza e ao professor Jesaias Ismael Da Costa, amigos inovadores e arrojados que me permitiram experiências incríveis no mundo da criação e desenvolvimento de ideias.

Ao meu companheiro de graduação, amigo e namorado Renan Fabrizzio Lima Viche por todo o carinho, respeito, envolvimento e compreensão.

Aos familiares do Renan: Elzi Garcia, Fábio Luiz e minha querida e especial cunhada Letícia Brunna por todo o carinho e incentivo.

Ao professor Pedro Luís da Costa Aguiar Alves por todo o carinho e a equipe LAPDA que se tornaram amigos queridos, Andreísa Flores, Isa Marcela Braga, Izabela Orzari, Juliana Souza, Mariluce Nepomuceno Di Melo, Neriane Hijiano, Pablo Comodoro, Pedro Martins (Foca), Renata Santos e Willians Carrega.

Aos companheiros de graduação e/ou amigos que conheci na faculdade pelo carinho e presença em minha vida, Allan Reis Troni, Aline Stela (Debonis), Carolina Demarque (Carol), Erick Escobar (Devasso), Danilo Constant (Oxiuris), Gabrielle Bueno, Gabriele Voltareli, Heloísa Alves (Stich), Leonardo Cremasco (Homer), Luiz Henrique de Aquino (Goiabinha), Marcella Borsonello (Guanabara), Mirella Melaré (Biber), Mirela Valeri (Lobinha), Natália Scaldelani (Lazanha), Olívia Fabiano (Oli), Rafaela Araújo, Rafael Massami Suzuki (Kuki) e Welex Cândido (Mirim).

Aos companheiros de Pós-Graduação e/ou pessoas que conheci durante a Pós-Graduação que se tornaram amigos queridos, Carol Muniz, Cibeles Mantovani,

Diego Moure-Oliveira, Jéssica Gouvea (Tá - Loca), Lígia Amaral, Lismara Castro do Nascimento (Lis), Maisa Santos, Naiara Scarabeli Zancanari, Patricia Sitta, Raphael Perini Caetano (Rapha), Tamara Valdovinos e Valdinete Benevides (Val).

Aos meus amigos de longa data, sempre compreensivos com a distância e prontos para me darem carinho Ariel Piloto, Camylla Pedrosa, Clarissa Silva, Danilo Gonçalves, Eduarda Basso, Jayne Silveira e Kayla Okoti.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Interação entre plantas com flores e polinizadores	4
2.2. Dependência da polinização.....	5
2.3. Pólen como alimento	7
2.4. Abelhas: insetos polinizadores	8
2.5. Consequências da fragmentação vegetal.....	10
2.6. Flora apícola.....	11
2.7. Melissopalínologia	12
2.8. Principais estudos de melissopalínologia no Brasil	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. Paisagem do Setor de Apicultura	16
3.2. Coleta das amostras de mel.....	17
3.3. Preparo das lâminas.....	18
3.4. Sem tratamento químico.....	19
3.5. Com tratamento químico	19
3.6. Contagem e identificação dos grãos de pólen.....	20
3.7. Análise estatística.....	21
3.8. Terminologia adotada para a identificação dos grãos de pólen.....	21
4. RESULTADOS.....	22
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES.....	40
7. REFERÊNCIAS.....	40

FORRAGEAMENTO ESTACIONAL DA *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) E IDENTIFICAÇÃO DA FLORADA APÍCOLA DE IMPORTÂNCIA NECTÍFERA E POLINÍFERA EM JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRASIL

RESUMO - As abelhas *Apis mellifera* L. (1758) são consideradas os principais polinizadores das plantas com flores e também uma das espécies mais produtoras de mel. Devido o amplo número de espécies vegetais que utilizam para a obtenção de alimento e matéria-prima, a identificação botânica do mel é fundamental para a classificação da florada em monofloral ou silvestre. Para isso, a técnica da melissopalínologia utiliza da análise das características morfológicas externas dos grãos de pólen presentes no mel. O presente estudo objetivou analisar o comportamento estacional de forrageamento de colmeias de *Apis mellifera* por meio da identificação dos tipos polínicos nectíferos e poliníferos presentes no mel. As coletas do mel foram realizadas entre outubro de 2017 a agosto de 2018 nas estações primavera, verão, outono e inverno no Setor de Apicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil onde três colmeias de abelhas *Apis mellifera* estavam instaladas. Para a extração dos grãos de pólen e montagem das lâminas a metodologia clássica da melissopalínologia e a técnica clássica de acetólise foram empregadas. Ao todo, foram encontrados 42 tipos polínicos, distribuídos em 24 famílias botânicas. Alguns tipos foram observados em todas as estações: *Alternanthera* (Amaranthaceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Mimosa* (Fabaceae) e Myrtaceae (Myrtaceae), mas também houve a ocorrência de tipos exclusivos das estações: *Aloe*, Bignoniaceae, *Byrsonima*, *Daustinia*, *Eucalyptus*, Euphorbiaceae, *Machaerium*, *Mangifera*, *Pseudobombax*, *Sapindus*, *Solanum* e *Tabebuia* na primavera; *Anadenanthera*, *Basiloxylon*, *Euterpe*, *Joannesia*, *Ligustrum*, *Piper*, *Schinus* e *Vernonanthura* no verão; *Carduus*, *Ilex*, Malpighiaceae e *Myrocarpus* no outono. Os tipos polínicos e a porcentagem com que eles foram encontrados indicam as plantas que as abelhas estão utilizando como fonte de alimento e matéria-prima para a produção do mel em cada estação. Os resultados obtidos permitem ampliar o conhecimento sobre a diversidade de espécies vegetais que são utilizadas e polinizadas pelas abelhas *Apis mellifera*, contribuindo com a preservação e ampliação do pasto apícola local. Mediante as análises o mel do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal é classificado como silvestre, mas a área onde as colmeias estão instaladas demonstrou possuir aptidão também para a exploração do mel monofloral.

Palavras-chave: Abelhas, flora apícola, mel, melissopalínologia, preservação, tipos polínicos

SEASONAL FORAGING OF THE *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) AND IDENTIFICATION OF THE BEE FLOWERING WITH NECTIFEROUS AND POLLINIFEROUS IMPORTANCES AT JABOTICABAL, SÃO PAULO, BRAZIL

ABSTRACT - *Apis mellifera* L. (1758) bees are considered the main pollinators of flowering plants and also one of the most honey-producing species. Because of the large number of plant species they use to obtain food and raw materials, the botanical identification of honey is fundamental for the classification of flowering as monofloral or wild. For this, the melissopalynology technique uses the analysis of the external morphological characteristics of pollen grains present in honey. The present study aimed to analyze the seasonal foraging behavior of *Apis mellifera* hives by identifying the nectiferous and polyniferous pollen types present in honey. Honey was collected between October 2017 and August 2018 in the spring, summer, autumn and winter seasons at the Setor de Apicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brazil where three hives of *Apis mellifera* bees were installed. For the extraction of pollen grains and slide assembly the classical melissopalynology methodology and the classical acetolysis technique were employed. In all, 42 pollen types were found, distributed in 24 botanical families. Some types were observed in all seasons: *Alternanthera* (Amaranthaceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Mimosa* (Fabaceae) and Myrtaceae (Myrtaceae), but there were also unique types of seasons: *Aloe*, Bignoniaceae, *Byrsonima*, *Daustinia*, *Eucalyptus*, Euphorbiaceae, *Machaerium*, *Mangifera*, *Pseudobombax*, *Sapindus*, *Solanum* and *Tabebuia* in spring; *Anadenanthera*, *Basiloxylon*, *Euterpe*, *Joannesia*, *Ligustrum*, *Piper*, *Schinus* e *Vernonanthura* in summer; *Carduus*, *Ilex*, Malpighiaceae and *Myrocarpus* in the fall. The pollen types and the percentage in which they were found indicate the plants that the bees are using as a source of food and raw material for honey production in each season. The results allow us to broaden the knowledge about the diversity of plant species that are used and pollinated by *Apis mellifera* bees, contributing to the preservation and expansion of the local bee pasture. Through analysis the honey of the Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal is classified as wild, but the area where the hives are installed has been shown to be suitable for the exploitation of monofloral honey.

Keywords: Bees, bee flora, honey, melissopalynology, preservation, pollen types

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Tipos polínicos presentes ou não nas amostras de mel da primavera, do verão, do outono e no das três colmeias estudadas. PC1= colmeia número 1 na primavera, PC2= colmeia número 2 na primavera, PC3= colmeia número 3 na primavera, VC1= colmeia número 1 no verão, VC2= colmeia número 2 no verão, VC3= colmeia número 3 no verão, OC1= colmeia número 1 no outono, OC2= colmeia número 2 no outono, OC3= colmeia número 3 no outono, IC1= colmeia número 1 no inverno, IC2= colmeia número 2 no inverno, IC3= colmeia número 3 no inverno. O número "1" representa a presença do tipo polínico, enquanto o número "0" representa a ausência do tipo polínico.	23
Tabela 2. Frequências de observação dos tipos polínicos nas estações primavera, verão, outono e inverno. - = ausência.	26
Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall para a variável de frequência do tipo polínico dos eixos 1, 2 e 3 de ordenação do ACP em doze amostras. PC1= colmeia número 1 na primavera; PC2= colmeia número 2 na primavera; PC3= colmeia número 3 na primavera; VC1= colmeia número 1 no verão; VC2= colmeia número 2 no verão; VC3= colmeia número 3 no verão; OC1= colmeia número 1 no outono; OC2= colmeia número 2 no outono; OC3= Colmeia número 3 no outono; IC1= colmeia número 1 no inverno; IC2= colmeia número 2 no inverno; IC3= colmeia número 3 no inverno.	31
Tabela 4. Época estimada de floração de cada tipo polínico encontrado.	33

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Setor de apicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP de Jaboticabal (triângulo de cor amarela); área de preservação permanente (triângulo de cor verde); estrada de terra (triângulo de cor marrom); setor de fruticultura (triângulo de cor vermelha); área de monocultura (triângulo de cor cinza); área de corpo d'água (triângulo de cor azul); área de Reflorestamento (triângulos de cor roxa); Mapa adaptado do Google Earth (2018).16

Figura 2. Mapa do estado de São Paulo, com destaque para o município de Jaboticabal (hexágono de cor amarela), seguido da vista panorâmica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP de Jaboticabal com o Setor de Apicultura, onde as amostras foram coletadas (hexágono de cor amarela). Sistema de Coordenadas GCS SIRGAS 2000, Datum: D SIRGAS 2000.18

Figura 3. Incidência de tipos polínicos por família botânica.24

Figura 4. Fotomicrografias dos tipos polínicos observadas em todas as estações. 1 - 2: tipo *Alternanthera*; 3 - 4: tipo *Cecropia*; 5 - 6: tipo *Mimosa*; 7 - 8: tipo *Myrtaceae*. Barra = 5 mμ (1, 2, 3, 4, 6 e 7); 10 mμ (5 e 8).25

Figura 5. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos da primavera. 1: tipo *Aloe*; 2: tipo *Bignoniaceae*; 3: tipo *Byrsonima*; 4: tipo *Daustinia*; 5: tipo *Eucalyptus*; 6: tipo *Euphorbiaceae*; 7: tipo *Machaerium*; 8: tipo *Mangifera*; 9: tipo *Pseudobombax*; 10: tipo *Sapindus*; 11: tipo *Solanum*; 12: tipo *Tabebuia*. Barra = 5 μm (5); 10 μm (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12).27

Figura 6. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos do verão. 1: tipo *Anadenanthera*; 2: tipo *Basiloxylon*; 3: tipo *Euterpe*; 4: tipo *Joannesia*; 5: tipo *Ligustrum*; 6: tipo *Piper*; 7: tipo *Schinus*; 8: tipo *Vernonanthura*. Barra = 5 mμ (1, 3, 5, 6 e 7); 10 mμ (2, 4 e 8).28

Figura 7. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos do outono. 1: tipo *Carduus*; 2: tipo *Ilex*; 3: tipo *Malpighiaceae*; 4: tipo *Myrocarpus*. Barra = 5 mμ.28

Figura 8. Eixo 1 e eixo 2 da análise de componentes principais (ACP) realizada com variáveis da contagem do pólen presente em amostras coletadas no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal. Aloe: *Aloe*; Alter: *Alternanthera*; Anaca: Anacardiaceae; Anade: *Anadenanthera*; Antig: *Antigonon*; Basil: *Basiloxylon*; Biden: *Bidens*; Bigno: Bignoniaceae; Brass: *Brassica*; Butia: *Butia*; Byrso: *Byrsonima*; Caesa: *Caesalpinia*; Cardu: *Carduus*; Cecro: *Cecropia*; Citru: *Citrus*; Comme: *Commelina*; Daust: *Daustinia*; Eucal: *Eucalyptus*; Eupho: Euphorbiaceae; Euter: *Euterpe*; Ilex: *Ilex*; Joann: *Joannesia*; Ligus: *Ligustrum*; Lithr: *Lithraea*; Macha: *Machaerium*; Malpi: Malpighiaceae; Mangi: *Mangifera*; Mimosa: *Mimosa*; Myrta: Myrtaceae; Myroc: *Myrocarpus*; Paull: *Paullinia*; Piper: *Piper*; Poace: Poaceae; Pseud: *Pseudobombax*; Sapin: *Sapindus*; Schin: *Schinus*; Serja: *Serjania*; Solan: *Solanum*; Spond: *Spondias*; Tabeb: *Tabebuia*; Verno: *Vernonanthura*.29

Figura 9. Eixo 1 e eixo 3 da análise de componentes principais (ACP) realizada com variáveis da contagem de pólen presentes em amostras coletadas no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal. Aloe: *Aloe*; Alter: *Alternanthera*; Anaca: Anacardiaceae; Anade: *Anadenanthera*; Antig: *Antigonon*; Basil: *Basiloxylon*; Biden: *Bidens*; Bigno: Bignoniaceae; Brass: *Brassica*; Butia: *Butia*; Byrso: *Byrsonima*; Caesa: *Caesalpinia*; Cardu: *Carduus*; Cecro: *Cecropia*; Citru: *Citrus*; Comme: *Commelina*; Daust: *Daustinia*; Eucal: *Eucalyptus*; Eupho: Euphorbiaceae; Euter: *Euterpe*; Ilex: *Ilex*; Joann: *Joannesia*; Ligus: *Ligustrum*; Lithr: *Lithraea*; Macha: *Machaerium*; Malpi: Malpighiaceae; Mangi: *Mangifera*; Mimosa: *Mimosa*; Myrta: Myrtaceae; Myroc: *Myrocarpus*; Paull: *Paullinia*; Piper: *Piper*; Poace: Poaceae; Pseud: *Pseudobombax*; Sapin: *Sapindus*; Schin: *Schinus*; Serja: *Serjania*; Solan: *Solanum*; Spond: *Spondias*; Tabeb: *Tabebuia*; Verno: *Vernonanthura*.30

1. INTRODUÇÃO

Plantas e polinizadores possuem uma das mais antigas e importantes relações ecológicas (Ollerton et al., 2011). Muitos seres vivos estabeleceram a relação de polinização com as plantas (Faegri e Pijl, 1979). Mas, foram os insetos, que conquistaram a posição de polinizadores por excelência, entre eles, as abelhas, que são amplamente reconhecidas como um dos principais agentes polinizadores (Garófalo et al., 2012). Acredita-se que a estreita relação entre plantas com flores e abelhas foi estabelecida há mais de 120 milhões de anos (Maia-Silva et al., 2012).

A polinização é o processo de transferência dos grãos de pólen da antera para o estigma da flor o resulta na fecundação e reprodução das plantas. Sabe-se que, atualmente, aproximadamente 88% das espécies de plantas com flores conhecidas pelo homem dependem da polinização (Ollerton et al., 2011). A transferência dos pólenes é considerada um serviço ecossistêmico básico e que suporta os outros serviços ecossistêmicos, sendo fundamental na reprodução de várias espécies vegetais e responsável pelo aumento da variabilidade genética, da viabilidade das sementes e do incremento a produção de frutos e sementes (Garófalo et al., 2012).

As abelhas normalmente visitam as plantas que possuem atrativos florais e que ofertam pólen e néctar, recursos essenciais para a sua alimentação (Agostini et al., 2014). Provavelmente, o grão de pólen, tenha sido o primeiro recurso oferecido pelas plantas com flores para atrair polinizadores através de sinais visuais e olfativos (Lunau, 2006). O pólen é fonte de proteína indispensável para as abelhas e é através dele que elas suprem parte das suas necessidades nutricionais (Westerkamp, 2004). O pólen contém de 2,5% a 61% de proteína, 1% a 18% de lipídeos, 0% a 22% de amido e de 16 a 28 J g⁻¹ de outros açúcares, além de fósforo, vitaminas e água (Willmer, 2011).

A maioria das flores polinizadas por abelhas oferecem pólen e néctar como recursos (Westerkamp, 1996), e desta forma as abelhas utilizam o néctar em sua alimentação como fonte de energia (Pinheiro et al., 2014), sendo matéria-prima para a produção do mel. Os principais componentes do néctar são água, carboidratos,

aminoácidos e proteínas, íons, antioxidantes, lipídios, terpenoides e compostos secundários (Faegri e Pijl, 1979).

No Brasil, a abelha *Apis mellifera* é popularmente conhecida por “abelha africanizada”, por ser o resultado do cruzamento da abelha africana com as europeias introduzidas no Brasil no século XIX. A abelha italiana (*Apis mellifera ligustica*), assim como a alemã (*Apis mellifera mellifera*) e a austríaca (*Apis mellifera carnica*), já haviam cruzado e o híbrido destas cruzaram com a espécie africana (*Apis mellifera scutellata*) logo após enxames trazidos ao Brasil, para estudos, no ano de 1956 escaparem para a natureza (Kerr, 1967).

A abelha *Apis mellifera* está presente em ambientes naturais preservados ou com algum grau de degradação, agrícolas, e até mesmo no meio urbano de norte a sul do país (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007). A espécie não possui alta especificidade às plantas visitadas e isso permitiu a propagação por todo o território brasileiro, cominando com o aumento expressivo da produtividade agrícola do país, devido ao serviço de polinização prestado (Free, 1993).

Na América do Norte, o serviço de polinização de plantações realizado pelas abelhas *Apis mellifera* é intensamente utilizado em sistemas agrícolas (McGregor, 1976; Free, 1993; Southwick e Southwick, 1992). Gallai et al. (2009), usaram uma abordagem bioeconômica para estimarem o valor mundial da contribuição dos polinizadores para a produção de culturas agrícolas importantes na alimentação humana, chegando ao montante de 153 bilhões de euros, que é cerca de 10% do valor total da produção de alimentos humanos em todo o mundo.

No Brasil, a abelha *Apis mellifera* é manejada para a produção de mel, principalmente devido sua rusticidade e quantidade de mel produzido (Morais et al., 2012). A quantidade de mel produzida no ano de 2015 foi de aproximadamente 40 mil toneladas, sendo a região Sul do país a maior produtora, seguida pelas regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Norte (IBGE, 2015).

Na Legislação brasileira de produtos apícolas e derivados, entende-se por mel o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, que pode ser a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas, que ficam sobre partes vivas das mesmas (Brasil, 2000). Durante a atividade de forrageio as abelhas ingerem e

transportam para a colmeia néctar e pólen, e posteriormente os depositam nos favos (Jones e Bryant, 1996).

O pólen por ser encontrado nos produtos apícolas (mel, própolis, cargas de abelhas, etc) pode ser utilizado como ferramenta para conhecer a flora apícola utilizada pelas abelhas. A melissopalínologia é uma análise referência na determinação da origem botânica e geográfica dos produtos apícolas como o mel (Louveaux et al., 1978).

A análise de melissopalínologia permite associar os tipos polínicos observados no mel com as espécies de plantas que contribuíram com o néctar para a sua produção. A identificação é realizada pela observação de características morfológicas externas dos grãos de pólen que possuem padrões diferenciados, como a ornamentação da exina (Agostini et al., 2014).

As principais características morfológicas observadas na identificação do pólen são: aberturas, estrutura, escultura da parede e unidade polínica (Correia et al., 2017). Mas, catálogos polínicos como Rcpol - Rede de Catálogos Polínicos Online utilizam mais critérios para descrever as características externas dos pólenes. De acordo com Gasparino e Cruz-Barros (2006), quanto maior o número de informações morfológicas externas polínicas, melhor será a identificação do tipo polínico. O termo tipo polínico às vezes empregado a família, outras a gênero é devido ao grande número de espécies vegetais, principalmente de plantas melíferas que são em muitos casos impraticáveis de serem determinadas de maneira precisa a nível de espécie (Barth, 1989).

O conhecimento da flora local através do estudo da melissopalínologia contribui com programas de conservação vegetal, identificando os tipos polínicos presentes no mel e incentivando apicultores a preservar a vegetação nativa próximo dos apiários, manejando de forma adequada para a formação de um bom pasto apícola, contribuindo de maneira imprescindível com a atividade apícola, assim como a manutenção e sobrevivência das colmeias, além da produção de mel e outros produtos apícolas. Desta forma, presente estudo objetivou analisar o comportamento estacional de forrageamento de colmeias de *Apis mellifera* por meio da identificação dos tipos polínicos nectíferos e poliníferos presentes no mel.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Interação entre plantas com flores e polinizadores

Para Potts et al. (2006) a preservação da diversidade de plantas e animais dependem da polinização, pois ela é uma das responsáveis pela manutenção de muitas espécies. Segundo Briggs (1997) os polinizadores fornecem serviços ecossistêmicos essenciais para a natureza, sendo a polinização uma grande responsável pela conservação da biodiversidade.

A polinização ocorre através da transferência de grãos de pólen da antera para o estigma da flor, isto porque o pólen carrega consigo informações genéticas masculinas até o estigma, órgão feminino, o polinizador pode realizar a transferência na mesma flor ou entre flores da mesma espécie. Em Oliveira e Maruyama (2014) é lembrado da importância de plantas e polinizadores beneficiarem-se da interação, pois ambos têm custos com a interação.

As plantas de reprodução sexuada necessitam dos agentes polinizadores para que haja formação de frutos e sementes, em troca, precisam oferecer recursos, alimentares e outros, fundamentais para a sobrevivência de seus polinizadores, atraindo e recompensando os pelas visitas. Em Agostini et al. (2014) os principais recursos que satisfazem as necessidades nutritivas dos polinizadores são o pólen e o néctar. Polinizadores como abelhas (insetos), aves e mamíferos utilizam o pólen em suas dietas como fonte de proteína, lipídeos, amido e outros açúcares, além de fósforo, vitaminas, água e outros componentes.

Para Westerkamp (1997), complexidade e os custos das interações entre plantas com flores e abelhas fazem delas verdadeiras concorrentes, pois o número de grãos de pólen produzidos pelas flores deve ser suficiente para a sua reprodução e também alimentação dos polinizados o que é chamado de “dilema do pólen”. Mesmo assim, a relação mutualista que há entre plantas e polinizadores é fundamental para a conservação de inúmeras espécies (Kearns et al., 1998). De acordo com Buchmann e Nabhan (1996) o desaparecimento de plantas e polinizadores implica diretamente

nas áreas de vegetações naturais e de culturas de importância agrícola para a humanidade.

Há um grande número de polinizadores, mas as abelhas destacam-se por serem os principais da maioria das espécies vegetais e por terem muitas plantas que dependem exclusivamente delas para a reprodução (Silberbauer-Gottsberger e Gottsberger, 1988). As interações deste grupo de polinizadores com variados tipos de flores desafiam a abordagem clássica de síndrome de polinização (Faegri e Pijl, 1979).

2.2. Dependência da polinização

Engana-se quem pensa que a polinização e os polinizadores são importantes apenas para as plantas e os animais. Segundo Kearns et al. (1998) a humanidade também é dependente da polinização animal de maneira direta e indireta, devido a dependência de polinização de inúmeras culturas vegetais. Em âmbito global mais de 75% das lavouras, considerando apenas as principais culturas fonte de alimento para a humanidade no mundo, são dependentes em certo grau dos agentes polinizadores Klein et al. (2006).

De acordo com Nascimento et al. (2012) a polinização é diretamente responsável pela adequada formação e produção dos frutos, sem ela, a frutificação e a produtividade são comprometidas. Sabe-se que as plantas com flores, em sua grande maioria, são dependentes dos polinizadores bióticos, pois como estudado por Ollerton et al. (2011) das 352.000 espécies de angiospermas existentes na atualidade, aproximadamente, 88% dependem em algum momento de animais polinizadores. Os principais polinizadores listados em Rech et al. (2014) são: abelhas, borboletas, esfingídeos, mariposas, moscas, besouros, aves e morcegos.

Embora haja muitos animais polinizadores, Kearns et al. (1998) consideram que os insetos são dominantes na atividade da polinização, sendo as abelhas os principais. Elas apresentam características como: comportamento de forrageio, constante busca pelos recursos oferecidos pelas plantas e presença de pelos no corpo, que de acordo com Free (1993) tornam às abelhas eficientes agentes

polinizadores. Pinheiro et al. (2014) acreditam que a diversidade morfológica e comportamental dos diferentes grupos de abelhas também contribui para que elas consigam explorar mais tipos florais que os outros agentes polinizadores.

Imperatriz-Fonseca et al. (2012) destacam que o conhecimento e a utilização de polinizadores na agricultura e na conservação ambiental são elementos chave tanto para maximizar a produção agrícola como para a conservação ambiental. Minussi e Alves-dos-Santos (2007) chamam atenção para a abelha *Apis mellifera* que se faz presente em ambientes naturais em qualquer estado de preservação ou degradação, de norte a sul do Brasil.

Polinizadores como as abelhas *Apis mellifera* estão presentes em muitos locais e contribuem com a polinização de várias culturas agrícolas devido recolherem o néctar e o pólen de muitos tipos plantas (Aronne et al., 2012). O relacionamento que há entre as abelhas *Apis mellifera* e um bioma de espécies vegetais características do local faz com que essas abelhas sejam fundamentais para bom funcionamento do bioma (Imperatriz-Fonseca et al., 2012). Segundo McGregor (1976) agricultores do mundo todo alugam e até mesmo compram colmeias de abelhas *Apis mellifera* para suplementarem a fauna polinizadora local.

Em Sumner e Boriss (2006) o aluguel e a compra de colmeias são tratados como uma necessidade da agricultura atual dos Estados Unidos da América, pois a demanda pelo serviço de polinização durante o período de safra de culturas como as amendoeiras, na qual a polinização é essencial para a produção, tornou-se necessária devido as grandes áreas plantadas. Os autores comentam também, que no caso dos agricultores, o aluguel das colmeias é mais vantajoso que a criação das abelhas, pois culturas como amendoeiras, não ofertam néctar, consequentemente as colmeias não produzem quantidades suficientes de mel para a comercialização.

Assim como nos Estados Unidos, o Brasil, em determinadas plantações, necessita do serviço de polinização durante o período de floração. Ghazoul (2005) e Klein et al. (2006) listaram algumas culturas presentes em zonas temperadas e no Brasil que dependem da polinização feita pelas abelhas, como: abóboras, castanhas-do-pará, ervilhas, feijões, maçãs, melão, macadâmia, mamão, maracujá, melancia e pêra. Ghazoul (2005) enfatiza a necessidade do serviço ecossistêmico de polinização

e afirma que ela é crescente em todo o mundo, devido a associação entre o cultivo em larga escala e a aplicação de agrotóxicos.

2.3. Pólen como alimento

O grão de pólen para as plantas é o veículo de transporte do gameta masculino (Agostini et al., 2014). Mas, para as abelhas e outros grupos de seres vivos, em que o pólen faz parte da dieta, ele é considerado alimento, fonte de proteína (Westerkamp, 2004). Estima-se que a porcentagem de proteína presente no grão de pólen seja de 2,5% a 61%, há 1% a 18% de lipídeos, 0% a 22% de amido e 16 a 28 J g⁻¹ de outros açúcares, além de componentes como fósforo, vitaminas e água (Willmer, 2011).

As abelhas podem coletar os grãos de pólen das plantas através da coleta passiva e da coleta ativa. Segundo Willmer (2011) na coleta passiva os grãos de pólen aderem à superfície do corpo das abelhas devido suas propriedades adesivas (polenkitt e fios de vicina) e na coleta ativa os grãos de pólen são coletados das anteras das flores através do aparelho bucal e das patas das abelhas.

O armazenamento de pólen e néctar é uma estratégia para garantir a sobrevivência da colmeia durante períodos de escassez de alimento. Abelhas como a *Apis mellifera* fazem o transporte do pólen coletado das plantas com o auxílio de suas corbículas, estruturas presentes em suas pernas traseiras (Pereira, et al., 2003).

A nutrição apropriada das abelhas ajuda no desenvolvimento saudável das colmeias e cada fase da vida desses insetos requer uma dieta apropriada para suprir suas necessidades (Brodschneider e Crailsheim, 2010). Embora as abelhas precisem do pólen para uma nutrição balanceada e saudável, apenas serão utilizados para a polinização os que não foram ingeridos (Westerkamp, 1997). Em virtude disto, quanto maior o consumo de pólen pelos polinizadores menos pólen estarão disponíveis para a reprodução das plantas (Agostini et al., 2014).

O processo de coletar e transportar os grãos de pólen para a colmeia também origina o pólen apícola, que nos últimos anos vem sendo consumido por humanos. Segundo a Instrução Normativa nº 03 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério de

Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA o pólen apícola é o resultado da aglutinação do pólen das flores, com néctar e substâncias salivares das abelhas operárias, o qual é recolhido na entrada da colmeia (Brasil, 2001). No Brasil a produção de pólen apícola iniciou-se de maneira modesta, contudo atualmente com a demanda e o consumo humano por produtos naturais que complementem a dieta e/ou que possua efeitos terapêuticos, tem estimulado o aumento da produção de pólen apícola (Barreto et al., 2005).

As cargas de pólen levadas pelas abelhas para a colmeia geralmente são formadas por uma única espécie floral, por isso, há uniformidade na cor da bolota de pólen (Saavedra, et al., 2013). Há grãos de pólen de diferentes colorações, segundo Moreti et al. (2007) e Saavedra et al. (2013) a maioria dos grãos de pólen possuem a cor amarela, mas eles também podem ser da cor vermelha, bege, branco, marrom, verde e até mesmo cinza, sendo a coloração influenciada pela composição química e origem botânica, além do processo de coleta, beneficiamento e de armazenamento, devido prováveis oxidações que acontecem ao longo desses processos.

O ato das abelhas coletar e transportar recursos alimentares é importante para a nutrição de todos os indivíduos da colmeia, pois sem as abelhas forrageiras a nutrição dos indivíduos da colmeia estaria comprometida. Segundo Brodschneider e Crailsheim (2010) fatores como cultivo de grandes áreas de monoculturas, culturas geneticamente modificadas, fome e contaminação de pólen e/ou néctar, são preocupantes e devem ser considerados como de risco para a nutrição e sobrevivência das abelhas melíferas, embora elas possuam estratégias bem desenvolvidas para combater parasitas e patógenos elas ainda não conseguem lidar com a má nutrição.

2.4. Abelhas: insetos polinizadores

As abelhas pertencem a um grupo numeroso e diverso, com aproximadamente 16 mil espécies descritas no mundo (Michener, 2007). No Brasil o número estimado

de espécies descritas é de 1678 pertencentes a cinco famílias: Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae e Apidae (Silveira et al. 2002).

O Brasil é considerado um país rico em biodiversidade, pois possui uma fauna exuberante com grande diversidade de mamíferos, aves, anfíbios, peixes, répteis, insetos e outros invertebrados chegando a mais de 100 mil espécies (Machado et al., 2005). Dentre os insetos, abelhas, vespas, marimbondos, formigas e outros, são denominados himenópteros, devido pertencerem à ordem Hymenoptera, que em grego hymen significa membrana e pteron significa asa (Melo et al., 2012).

Estima-se que a biodiversidade de abelhas no mundo todo chega a aproximadamente 20 mil espécies (Michener, 1969). A maioria das abelhas possuem hábitos solitários, sendo apenas, cerca de 1.000 espécies de hábito social (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). Crespi e Yanega (1995) adotaram a terminologia “eusocialidade” quando há presença de castas, esse termo foi empregado para grupos de indivíduos que se tornam comportamentalmente distintos em algum momento antes da maturidade reprodutiva.

Segundo Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva (2010) muitos associam as abelhas à espécie *Apis mellifera*, provavelmente pela ampla distribuição da espécie por todos os continentes. No Brasil *Apis mellifera* é conhecida por leigos e especialistas, sendo comumente chamada de “abelha africanizada”. Sua alta plasticidade permitiu sua sobrevivência em ambientes naturais, agrícolas e urbanos, sendo possível ser encontrada em ambientes naturais em qualquer estado de preservação ou degradação, de norte a sul do país (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007)

A abelha *Apis mellifera* que atualmente é tão conhecida e encontrada no Brasil, originou-se do cruzamento de rainhas da espécie africana *Apis mellifera scutellata*, importadas para serem estudadas, com zangões das abelhas italiana (*Apis mellifera ligustica*), alemã (*Apis mellifera mellifera*) e austríaca (*Apis mellifera carnica*), presentes no país desde sua introdução por imigrantes no século XIX (Kerr, 1967). A então abelha africanizada encontrou condições favoráveis no país tropical e ausência de predadores naturais (Guzmán-Novoa et al., 2011), tornando-se o híbrido mais bem sucedido dos tempos atuais.

Atualmente, as abelhas africanizadas estão bem estabelecidas por toda América do Sul e praticamente toda a América Central (Smith, 1991). A alta capacidade de colonização das abelhas *Apis mellifera* permitiu que essa invasão biológica fosse a mais rápida e espetacular de todos os acontecimentos dessa magnitude conhecidos até hoje (Guzmán-Novoa et al., 2011).

2.5. Consequências da fragmentação vegetal

Sabe-se que as atividades antrópicas são as principais responsáveis pela degradação ambiental, o desmatamento e outras atividades humanas são responsáveis por danos graves à natureza (Viana et al., 1992). Em Lima (2004) a degradação ambiental foi apresentada como resultado do desmatamento, da substituição da vegetação natural por pastagens e/ou monoculturas agrícolas e edificações civis, manifestando-se em diferentes velocidades e podendo ser revertida ou não, dependendo das tecnologias empregadas, da intensidade de exploração e do nível social da comunidade.

A degradação ambiental mesmo que não destrua completamente as áreas de vegetação, pode fragmentá-las, fazendo com que haja diminuição do fluxo de animais, de sementes e até mesmo de pólenes (Viana et al., 1992). Segundo Marques et al. (2015) o isolamento de abelhas, por exemplo, em fragmentos florestais dificulta a sobrevivência da espécie, devido às restrições de alimento, às suscetibilidades a doenças, ao comprometimento da reprodução e de locais para nidificação.

O cultivo de grandes áreas de monoculturas e falta de planejamento urbano comprometem também a vida dos polinizadores e das plantas que dependem deles para a reprodução (Marques et al., 2015). Pequenos fragmentos florestais em paisagens severamente fragmentadas podem ser fortemente empobrecidos em número de espécies e indivíduos com sistemas de polinização específicos e pode ser dominado por espécies arbóreas que são polinizadas por polinizadores generalistas (Girão et al., 2007).

Segundo Beekman et al. (2004) as distâncias de forrageamento das abelhas melíferas são influenciadas pela proximidade com a fonte de alimento e a necessidade delas, pois foi observado que o tamanho das colmeias tem influência nas distâncias percorridas em períodos de escassez de alimento, contudo em períodos de abundância, as distâncias percorridas foram similares. Brodschneider e Crailsheim (2010) notaram que colmeias que enfrentam algum tipo de limitação nutricional, como a de acesso a poucos tipos polínicos, tem a produção de crias comprometida, afetando a sobrevivência de toda colmeia caso não recebam os nutrientes que faltam para uma dieta balanceada.

Borlachenco et al. (2017) consideram a criação de abelhas em Áreas Produtivas da Propriedade Rural e em Área de Reserva Legal como uma alternativa para aproximar abelhas das plantas, permitindo sobre tudo, a manutenção e propagação das espécies. Conservar áreas de fragmentos florestais naturais é uma das maneiras de diminuir os danosos efeitos da fragmentação para as plantas e demais seres vivos presentes no fragmento, garantindo sua sobrevivência e permanência (Brown e Hutchings, 1997).

2.6. Flora apícola

As abelhas suprem suas necessidades fisiológicas através da captação de pólen, néctar, óleo, resina, água, entre outros recursos que são oferecidos pelas plantas (Agostini et al., 2014). A vegetação próxima das colmeias deve ter a função de alimentar as abelhas, satisfazendo as necessidades e minimizando os gastos energéticos da busca por recursos, por isso, para criar abelhas é necessário conhecer a flora apícola ao redor das colmeias e o comportamento da espécie de abelha que deseja criar. Segundo Brandão et al. (1984) as abelhas *Apis mellifera* são inconstantes quanto à escolha das plantas que obterão seus recursos, em alguns casos, até mudam de plantas mesmo que ainda elas estejam em processo de florescimento.

Segundo Chittka et al. (1999) a instabilidade das abelhas quanto as fontes botânicas está na dificuldade que elas têm em acessar, simultaneamente, as

informações armazenadas na memória sobre várias flores e seus recursos. Os autores afirmam que é possível que as abelhas mantenham uma frequência de visitas a uma planta com flores de uma determinada espécie e que na verdade elas até mesmo evitam mudanças para outra, que não é do seu conhecimento, a fim de priorizar e poupar gastos energéticos com a mudança e análise da qualidade da nova flor e de seus recursos.

Além dos critérios gerais identificados como adotados pelas abelhas *Apis mellifera* para a seleção das flores que serão forrageadas, foi constatado que a seleção das plantas ao nível de espécie pode ser feita impulsionada principalmente pela busca por pólen, mas quando a planta também fornece néctar, as abelhas coletam ambos os recursos (Aronne et al., 2012). Outros critérios também podem ser adotados pelas abelhas para a seleção das flores que serão forrageadas como a disponibilidade de recursos, a sazonalidade das espécies vegetais (Webby, 2004), as interações com outras abelhas (Brandão et al., 1984) e as necessidades das colmeias (Schmickl e Crailsheim, 2004).

A quantidade e a qualidade dos recursos florais são variáveis entre as espécies botânicas, assim como, as necessidades alimentares das abelhas. A flora apícola de cada região possui períodos de florescimento e recursos ofertados distintos, particularidades importantes de serem conhecidas por criadores e pesquisadores de abelhas, pois através destas informações é possível ampliar o pasto apícola, identificar os períodos de escassez de alimento, conhecer os recursos florais oferecidos e preservar a flora local garantindo diversidade de vegetais e alimento para as abelhas (Barbosa et al., 2007).

O estudo do comportamento de forrageio das abelhas permite entender as implicações da interação planta-polinizador e as preferências delas, como período de floração, cor da flor, morfologia, distribuição e dinâmica do recurso néctar (Freitas et al., 2014).

2.7. Melissopalynologia

Os pesquisadores Hyde e Williams (1945) foram pioneiros no estudo da Palinologia e também ajudaram na definição desta ciência como sendo o estudo das características morfológicas dos grãos de pólen e esporos e das suas aplicações e forma de dispersão. Anos depois Erdtman (1952) apresentou a Palinologia como uma ciência que estuda principalmente a exina, parte mais externa dos grãos de pólen e esporos. Na Palinologia há outras áreas de estudo, como Aeropalinologia, Copropalinologia, Entomopalinologia, Geopalinologia, Melissopalinologia e Palinotaxonomia (Gasparino e Cruz-Barros, 2006).

Estudos importantes feitos por Salgado-Labouriau (1973), Barth e Melhem (1988), Melhem (1978), Melhem et al. (2003) e Punt et al. (2007), descreveram e ilustraram as características morfológicas de alguns tipos polínicos, tornando possível a demonstração das peculiaridades presentes em cada tipo polínico e a visualização delas. Esses trabalhos tornaram-se importantes referências para o estudo da Palinologia e da Melissopalinologia no mundo.

A melissopalinologia é uma das ferramentas utilizadas na descoberta da origem dos produtos elaborados pelas abelhas (Barth, 2004). Através da análise da morfologia externa dos tipos polínicos presentes no mel, própolis e na geleia real, é possível descobrir quais foram às plantas que as abelhas utilizaram para coletar a matéria-prima para a elaboração dos seus produtos. Esse estudo é crucial para o conhecimento dos recursos florais utilizados pelas abelhas e também é uma ferramenta para determinar o potencial de uma área para a atividade apícola (Barth, 1989).

Os primeiros estudos na Europa com Melissopalinologia foram realizados por Louveaux et al. (1970;1978), eles tornaram-se referência em pesquisas e no desenvolvimento de relatórios sobre a ocorrência de grãos de pólen em méis, própolis e cargas de abelhas. No Brasil, Santos (1963) caracterizou a morfologia dos tipos polínicos das principais plantas apícolas da região de Piracicaba- SP e Santos (1964) avaliou o período de florescimento das plantas apícolas, por meio da investigação dos pólenes que eram encontrados nos méis de abelhas *Apis mellifera*.

No Brasil, pesquisadores identificaram a necessidade da criação de catálogos polínicos contendo as principais espécies de plantas arbóreas e os seus respectivos pólenes, então desde suas publicações, eles são utilizados em incontáveis trabalhos

palinológicos e melissopalinológicos, pois são referências na identificação dos tipos polínicos observados (Veloso e Barth, 1962; Barth, 1963; Barth e Silva, 1963; Barth, 1964; Barth e Bouzada, 1964; Barth, 1965; Barth e Silva, 1965; Barth e Yoneshigue, 1966).

A necessidade de conhecer as fontes de pólen utilizadas pelas abelhas é tema de muitos trabalhos que têm gerado resultados enriquecedores para o estudo da palinologia, para o conhecimento dos criadores de abelhas e do local no qual as abelhas estão inseridas, pois as plantas e seus respectivos períodos de florescimento tornam-se conhecidos e melhor explorados (Louveaux et al., 1978).

2.8. Principais estudos de melissopalinologia no Brasil

No estado do Rio Grande do Sul, Osterkamp e Jasper (2013) identificaram através dos elementos polínicos contidos nas amostras de méis provenientes do município de Arroio do Meio a origem botânica do mel produzido na região. No estado do Paraná, Takeda et al. (2000) utilizaram a palinologia na identificação dos grãos de pólen de plantas já catalogadas e armazenadas em herbários, com o objetivo de enriquecer o conhecimento das espécies e de suas respectivas famílias.

No estado de São Paulo, Bosco e Luz (2017) analisaram os tipos polínicos presentes em amostras de mel de *Apis mellifera* da comunidade quilombola de Porto Velho no Vale do Ribeira, por meio da identificação botânica dos grãos de pólen foi possível identificar a origem geográfica do mel, graças às características particulares de cada região e de sua vegetação.

No estado de Minas Gerais, Modro (2006) caracterizou a flora polínifera com potencial para a atividade apícola, entendeu o comportamento de forrageiro e estudou a composição nutricional dos recursos tróficos coletados pelas abelhas, o estudo foi desenvolvido em dois municípios do estado mineiro. No estado do Rio de Janeiro, Barros et al. (2010) analisaram a composição palinológica e físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* obtidas diretamente dos produtores de sete

municípios do estado, entre os meses de agosto e setembro de 2009, comparando os resultados com a legislação vigente.

Em Mato Grosso do Sul, Gonçalves et al. (2013) relacionou os grãos de pólen presentes nas amostras de mel do município de Bonito - MS com as plantas apícolas da região. No Mato Grosso, Fujii et al. (2009) avaliaram as características físico-químicas, assim como a origem polínica de amostras de méis oriundos da cultura do guaranazeiro, as amostras de méis analisadas foram de abelhas das espécies *Apis mellifera*, *Scaptotrigona* e *Melipona seminigra*.

Na Bahia, Oliveira e Santos (2014) obtiveram as amostras de méis de maneira que contemplasse os municípios de todas as microrregiões do estado, assim, analisaram um total de 66 amostras de mel produzidas no período de 2005 a 2008 e realizaram uma prospecção dos tipos polínicos que são encontrados nos méis do estado da Bahia. No Estado do Ceará, Arruda (2003) determinou as características físico-químicas e a origem floral de méis produzidos por *Apis mellifera* na região da Chapada do Araripe.

Freitas et al. (2010) realizaram o reconhecimento da vegetação nectarífera de importância para as abelhas Meliponinae presentes em várias regiões do Brasil, estado da Paraíba, do Amazonas e de Santa Catarina, e da Venezuela, sendo utilizado à análise de melissopalínolítica nas amostras de mel obtidas. No Estado do Piauí, Sodré et al. (2008) determinaram os tipos polínicos de méis produzidos por *Apis mellifera* presentes no município de Picos.

Em todos os trabalhos de melissopalínologia a necessidade de conhecer as principais plantas poliníferas e nectaríferas mostra-se bastante forte. Estudos como estes ajudam a maximizar a produtividade dos produtos das abelhas e também promove a preservação da flora e da fauna que, em alguns casos, não estavam sendo devidamente reconhecidas e respeitadas como vital, no fornecimento de alimento e abrigo para as abelhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Paisagem do Setor de Apicultura

A vegetação do município de Jaboticabal - SP é caracterizada segundo dados oficiais obtidos do mapa de Biomas e de Vegetação do IBGE (2004) como uma área de transição entre os biomas Savana, Savana/Floresta Estacional e Floresta Estacional Semidecidual.

A paisagem do Setor de Apicultura onde as colmeias de abelhas *Apis melífera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) estão instaladas é caracterizada por um mosaico de vegetação natural, área de monocultivo, áreas de reflorestamento e do Setor de Fruticultura do Departamento de Produção Vegetal, o qual possui aproximadamente 2000 árvores frutíferas nativas e exóticas (Figura 1).



Figura 1. Setor de apicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP de Jaboticabal (triângulo de cor amarela); área de preservação permanente (triângulo de cor verde); estrada de terra (triângulo de cor marrom); setor de fruticultura (triângulo de cor vermelha); área de monocultura (triângulo de cor cinza); área de corpo d'água (triângulo de cor azul); área de Reflorestamento (triângulos de cor roxa); Mapa adaptado do Google Earth (2018).

3.2. Coleta das amostras de mel

As amostras de mel foram coletadas a partir de pedaços de favos (medindo aproximadamente 8cm x 8cm) retirados de colmeias nas estações primavera, verão, outono e inverno nos dias 03 de outubro de 2017, 29 de janeiro de 2018, 20 de abril de 2018 e 07 de agosto de 2018, respectivamente, no Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP de Jaboticabal, Estado de São Paulo, situado a 551 metros de altitude e de coordenadas geográficas: 21°14'39" de latitude Sul e 48°16'52" de longitude Oeste (Figura 2).

As coletas foram feitas em três colmeias de abelhas *Apis mellifera* já estabelecidas no Setor e identificadas como C1, C2 e C3. As colmeias habitavam caixas racionais do tipo Langstroth®, contendo quadros de ninho (para a postura da rainha) e melgueira. No mesmo dia da coleta o mel era extraído, manualmente em laboratório, e armazenado em recipientes devidamente identificados, sendo as amostras de mel e/ou favo armazenadas em freezer.

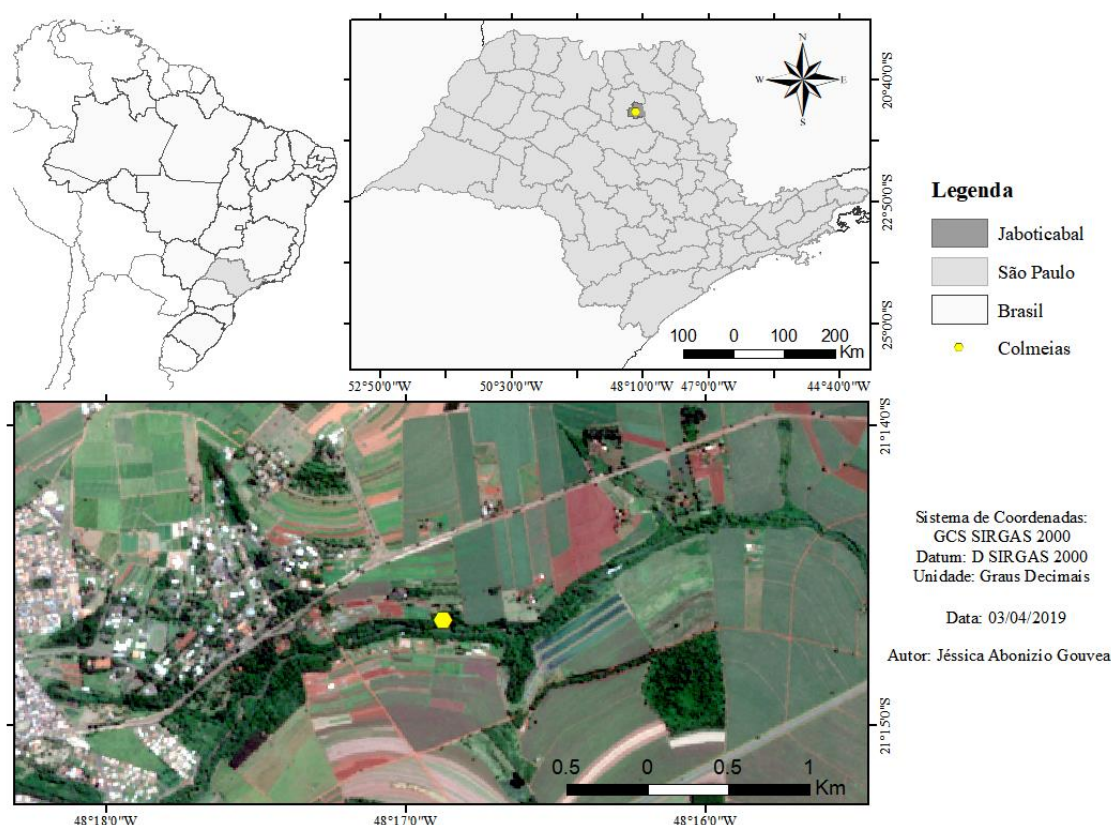


Figura 2. Mapa do estado de São Paulo, com destaque para o município de Jaboticabal (hexágono de cor amarela), seguido da vista panorâmica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP de Jaboticabal com o Setor de Apicultura, onde as amostras foram coletadas (hexágono de cor amarela). Sistema de Coordenadas GCS SIRGAS 2000, Datum: D SIRGAS 2000.

3.3. Preparo das lâminas

Foram feitas lâminas com as amostras de mel e favo hidratado (favos sem mel hidratados com água destilada). Para extração e montagem das lâminas palinológicas, a técnica descrita por Louveaux et al. (1978) onde, cinco gramas de mel foram diluídos em 20 mL de água destilada aquecida (45 °C) e favos, medindo aproximadamente 0,02 m² foram hidratadas em 20 mL de água destilada em temperatura ambiente por 24h.

Os tubos de ensaio, devidamente identificados, contendo as misturas (mel + água destilada e/ou água destilada da hidratação do favo) foram centrifugados por 10 minutos a 2500 rpm (rotação por minuto), os sobrenadantes foram descartados.

3.4. Sem tratamento químico

Para a montagem das lâminas sem tratamento químico os sedimentos presentes no fundo dos tubos de ensaio foram aderidos a um pedaço de gelatina glicerizada e montando quadruplicadas. As lâminas foram seladas com parafina e após 24h o excesso foi retirado, deixando as lâminas com aparência limpa e translúcida, prontas para serem analisadas com o auxílio do microscópio óptico.

3.5. Com tratamento químico

Para a montagem das lâminas com tratamento químico um mililitro de ácido acético glacial foi adicionado aos sedimentos e após 24h os tubos de ensaio foram centrifugados (por 10 minutos a 2500 rpm) e os sobrenadantes descartados. Um mililitro da mistura acetolítica, anidrido acético e ácido sulfúrico nas proporções 9:1 respectivamente, foi colocado nos tubos, que em banho-maria por 1'30" foram levemente agitados (Erdtman, 1952 modificada por Melhem et al., 2003). Para interromper a reação química da acetólise após a centrifugação (por 10 minutos a 2500 rpm) e do descarte dos sobrenadantes um mililitro de água destilada e três gotas de álcool etílico foram colocados nos tubos de ensaio que então foram novamente centrifugados (por 10 minutos a 2500 rpm) e seus sobrenadantes descartados.

Para preenchimento dos grãos de pólen fazendo com que eles retomem a forma, um mililitro de glicerina diluída em água destilada foi colocado nos tubos de ensaio e deixados em descanso por 30 minutos. Os tubos foram novamente centrifugados (por 10 minutos a 2500 rpm) e os sobrenadantes descartados, a partir

dessa etapa os tubos foram mantidos com a boca para baixo em um recipiente forrado com papel toalha absorvente.

Para a montagem das lâminas a técnica proposta por Salgado-Labouriau (1973) foi utilizada, prendendo à ponta de estiletes pedaços de gelatina glicerinada, utilizados para transferir o conteúdo de cada tubo para as lâminas. Para que a lamínula não esmagasse os grãos de pólen presentes nas lâminas foram feitas “colunas de sustentação” com pequenos pedaços de massinha de modelar e após a colocação da lamínula os seus quatro cantos foram selados com parafina, sendo o excesso retirado após 24h, deixando as lâminas com aparência limpa e translúcida.

A montagem das lâminas e as análises foram realizadas no Laboratório de Morfologia Vegetal do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FCAV/UNESP de Jaboticabal.

3.6. Contagem e identificação dos grãos de pólen

Foram realizadas as análises quantitativa e qualitativa dos grãos de pólen nas amostras coletadas. A análise quantitativa foi através da contagem consecutiva de 300 grãos de pólen por lâmina palinológica. Foram agrupados quantitativamente os grãos de pólen das espécies nectaríferas e subtraído os pólenes das plantas anemófilas e/ou poliníferas, sobre este total de pólen nectarífero foram calculados os respectivos percentuais de cada táxon nectarífero (Barth, 2005). Com a contagem chegou-se as respectivas classes de frequência: pólen predominante (>45%), pólen secundário (16 a 45%), pólen menor importante (3 a 15%) e pólen menor (<3%) (Louveau et al., 1978).

Para facilitar a identificação e a contagem dos grãos de pólen, cada tipo polínico, antes de ser identificado, recebeu um número de identificação, cada vez que esse mesmo tipo polínico aparecia na lâmina ele era anotado, desta forma, ao final da leitura era obtida a informação de quantos tipos polínicos diferentes haviam sido encontrados e quantas vezes cada tipo polínico havia aparecido. As lâminas foram

lidas no sentido horizontal e sempre da esquerda para a direita com espaçamento entre as linhas de aproximadamente um campo visual do microscópio óptico (Colinvaux et al., 1999).

A análise qualitativa foi feita em todas as lâminas, elas foram observadas e cada tipo polínico encontrado foi registrado através de fotomicrografias feitas no microscópio Leica DM1000 LED. Tanto as fotomicrografias como as lâminas foram armazenadas na Palinoteca do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/UNESP, de Jaboticabal.

Através da análise qualitativa foi possível comparar os tipos polínicos encontrados nas lâminas com os descritos e registrados em literaturas especializadas publicadas, palinotecas online e em catálogos polínicos (Erdtman, 1952; Salgado-Labouriau, 1973; Barth, 1989; Melhem et al., 2003; Macedo et al., 2009; Alves, 2013; Silva CI et al., 2014; Silva et al., 2016).

3.7. Análise estatística

Para verificar se os dados quantitativos dos tipos polínicos encontrados permitiam o agrupamento das espécies, foi realizada a análise de componentes principais (ACP), adotando o critério de presença e ausência dos tipos polínicos. Foi utilizado o programa Fitopac (Shepherd, 1996) e PC-ORD versão 5 (McCune e Mefford, 2011).

3.8. Terminologia adotada para a identificação dos grãos de pólen

Em virtude do grande número de espécies vegetais existentes na área em que as colmeias estão instaladas a determinação exata das espécies polínicas presentes nas amostras não foi feita. A escassez de registros sobre informações da vegetação local e a impossibilidade de realizar um levantamento desta magnitude na área onde

foi colhido o mel, faz com que a terminologia tipos polínicos seja adotada para a apresentação dos resultados e da discussão.

4. RESULTADOS

As fontes florais foram determinadas após a classificação dos tipos polínicos contidos em nove amostras de mel (coletadas nas estações primavera das colmeias C1, C2 e C3; verão, outono e inverno das colmeias C1 e C2) e três amostras de favo hidratado (coletados nas estações verão, outono e inverno da colmeia C3 devido à ausência ou insuficiência de mel para o preparo das lâminas). A análise identificou 42 tipos polínicos morfolologicamente diferentes, distribuídos em 24 famílias botânicas.

No mel da primavera foram encontrados 26 tipos polínicos, sendo considerada a estação de maior riqueza polínica, seguida do verão e do outono com 17 tipos polínicos cada e inverno com 12 tipos polínicos (Tabela 1). Tratando-se de riqueza polínica por família, algumas contribuíram com mais de um tipo, como: Anacardiaceae (cinco), Arecaceae (dois), Asteraceae (três), Bignoniaceae (dois), Euphorbiaceae (dois), Fabaceae (cinco), Malpighiaceae (dois), Malvaceae (dois), Myrtaceae (dois) e Sapindaceae (três) (Figura 3).

Tabela 1. Tipos polínicos presentes ou não nas amostras de mel da primavera, do verão, do outono e no das três colmeias estudadas. PC1= colmeia número 1 na primavera, PC2= colmeia número 2 na primavera, PC3= colmeia número 3 na primavera, VC1= colmeia número 1 no verão, VC2= colmeia número 2 no verão, VC3= colmeia número 3 no verão, OC1= colmeia número 1 no outono, OC2= colmeia número 2 no outono, OC3= colmeia número 3 no outono, IC1= colmeia número 1 no inverno, IC2= colmeia número 2 no inverno, IC3= colmeia número 3 no inverno. O número "1" representa a presença do tipo polínico, enquanto o número "0" representa a ausência do tipo polínico.

Tipo	PC1	PC2	PC3	VC1	VC2	VC3	OC1	OC2	OC3	IC1	IC2	IC3
<i>Aloe</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alternanthera</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Anacardiaceae</i>	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Anadenanthera</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antigonon</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Basiloxylon</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Bignoniaceae</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Butia</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Byrsonima</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caesalpinia</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Cecropia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Citrus</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Commelina</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Daustinia</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphorbiaceae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euterpe</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ilex</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Joannesia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ligustrum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
<i>Machaerium</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malpighiaceae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Mangifera</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimosa</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Myrocarpus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Myrtaceae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Paullinia</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Piper</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Poaceae</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Pseudobombax</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosaceae</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Sapindus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Serjania</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>Solanum</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondias</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Tabebuia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vernonanthura</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

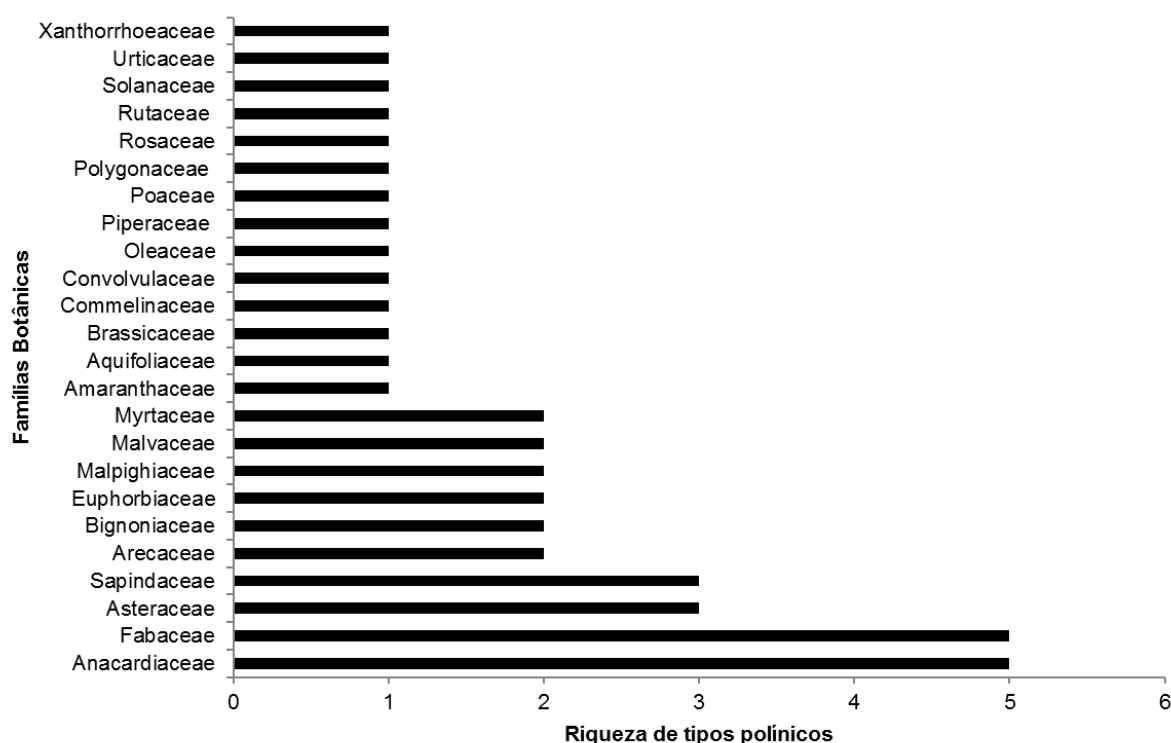


Figura 3. Incidência de tipos polínicos por família botânica.

As famílias Amaranthaceae, Fabaceae, Myrtaceae e Urticaceae tiveram seus tipos polínicos: *Alternanthera* (Amaranthaceae), *Cecropia* (Urticaceae), *Mimosa* (Fabaceae) e Myrtaceae (Myrtaceae) presentes em todas as estações (Figura 4). Também foi possível observar que as classes de frequência: “pólen menor” (<3%), “pólen menor importante” (3 a 15%) e “pólen secundário” (16 a 45%) foram observadas em todas as estações (Tabela 2).

O tipo *Alternanthera* na primavera e no verão obteve classe de frequência “pólen secundário”, no outono e no inverno “pólen menor importante” (Tabela 2). O tipo *Cecropia* na primavera apresentou classe de frequência “pólen menor importante”, no verão “pólen predominante”, no outono e no inverno “pólen secundário” (Tabela 2). O tipo *Mimosa* na primavera obteve classe de frequência “pólen predominante”, no verão e no outono “pólen secundário” e no inverno “pólen menor importante” (Tabela 2). O tipo Myrtaceae na primavera, no verão e no inverno apresentou classe de frequência “pólen menor importante” e no outono “pólen menor” (Tabela 2).

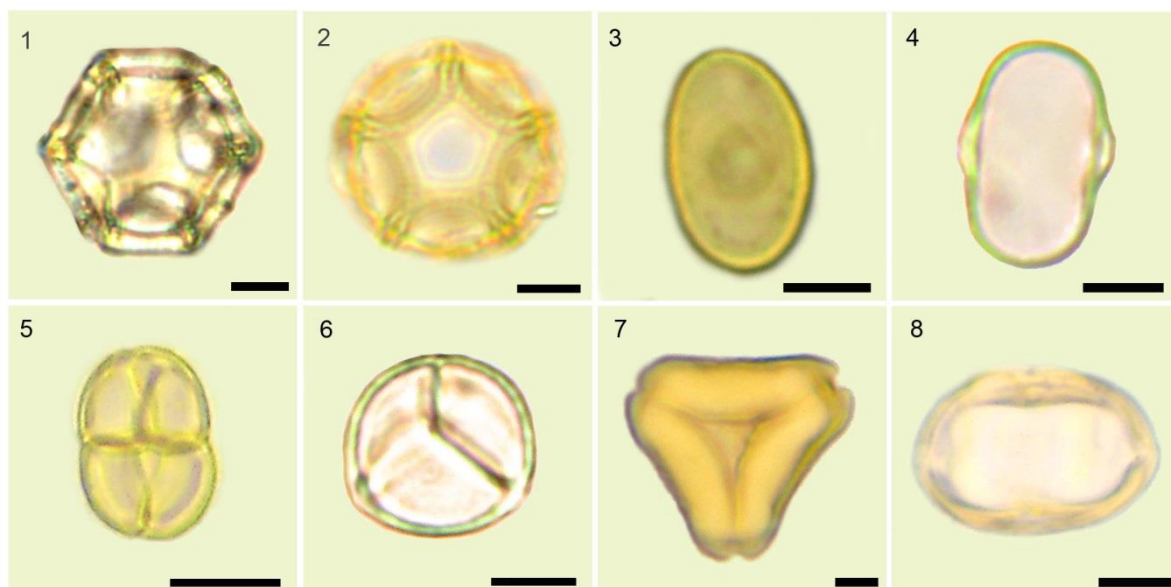


Figura 4. Fotomicrografias dos tipos polínicos observadas em todas as estações. 1 - 2: tipo *Alternanthera*; 3 - 4: tipo *Cecropia*; 5 - 6: tipo *Mimosa*; 7 - 8: tipo *Myrtaceae*. Barra = 5 μ m (1, 2, 3, 4, 6 e 7); 10 μ m (5 e 8).

Os tipos polínicos na classe de frequência “pólen menor” foram bastantes presentes na frequência geral, pois do total de 42 tipos encontrados no estudo 33 apresentaram valor de frequência menor que 3%. Tipos polínicos com frequência “pólen menor” são importantes indicadores da riqueza e diversidade da flora circundante as colmeias (Tabela 2).

Tabela 2. Frequências de observação dos tipos polínicos nas estações primavera, verão, outono e inverno. - = ausência.

Famílias	Tipos	Estação de coleta				Frequência Geral
		Primavera	Verão	Outono	Inverno	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	25,93	25,37	5,00	3,91	15,05
Anacardiaceae	Anacardiaceae	5,45	-	-	-	1,36
	<i>Lithraea</i>	-	-	2,97	0,33	0,82
	<i>Mangifera</i>	0,08	-	-	-	0,02
	<i>Schinus</i>	-	13,53	-	-	3,38
	<i>Spondias</i>	-	-	0,74	2,59	0,83
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	-	-	0,74	-	0,19
Arecaceae	<i>Butia</i>	0,09	-	1,59	-	0,42
	<i>Euterpe</i>	-	0,46	-	-	0,12
Asteraceae	<i>Bidens</i>	0,50	-	-	1,27	0,44
	<i>Carduus</i>	-	-	5,94	-	1,49
	<i>Vernonanthura</i>	-	24,67	-	-	6,17
Bignoniaceae	Bignoniaceae	0,20	-	-	-	0,05
	<i>Tabebuia</i>	0,09	-	-	-	0,02
Brassicaceae	<i>Brassica</i>	0,94	-	-	12,54	3,37
Commelinaceae	<i>Commelina</i>	0,18	-	1,39	0,22	0,45
Convolvulaceae	<i>Daustinia</i>	2,24	-	-	-	0,56
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	0,18	-	-	-	0,05
	<i>Joannesia</i>	-	0,97	-	-	0,24
Fabaceae	<i>Anadenanthera</i>	-	0,46	-	-	0,12
	<i>Caesalpinia</i>	0,17	0,46	-	-	0,16
	<i>Machaerium</i>	2,69	-	-	-	0,67
	<i>Mimosa</i>	48,54	18,91	16,55	4,36	22,09
	<i>Myrocarpus</i>	-	-	10,90	-	2,72
Malpighiaceae	Malpighiaceae	-	-	0,53	-	0,13
	<i>Byrsonima</i>	0,76	-	-	-	0,19
Malvaceae	<i>Basiloxylon</i>	-	0,46	-	-	0,12
	<i>Pseudobombax</i>	0,09	-	-	-	0,02
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	2,69	-	-	-	0,67
	Myrtaceae	7,61	3,57	0,64	12,17	6,00
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	-	0,93	-	-	0,23
Piperaceae	<i>Piper</i>	-	0,91	-	-	0,23
Poaceae	Poaceae	-	33,44	5,31	1,53	10,07
Polygonaceae	<i>Antigonon</i>	0,32	-	-	3,43	0,94
Rosaceae	Rosaceae	0,55	2,42	0,43	-	0,85
Rutaceae	<i>Citrus</i>	-	0,91	1,17	-	0,52
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>	0,33	5,89	-	-	1,55
	<i>Sapindus</i>	0,11	-	-	-	0,03
	<i>Serjania</i>	0,36	-	12,42	32,77	11,39
Solanaceae	<i>Solanum</i>	0,04	-	-	-	0,01
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	13,02	51,07	33,58	24,89	30,64
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe</i>	0,72	-	-	-	0,18

Foram observados alguns tipos que só aparecerem em uma determinada estação, os tipos polínicos *Aloe*, Bignoniaceae, *Byrsonima*, *Daustinia*, *Eucalyptus*, Euphorbiaceae, *Machaerium*, *Mangifera*, *Pseudobombax*, *Sapindus*, *Solanum* e *Tabebuia* foram exclusivos da primavera (Figura 5). Enquanto os tipos *Anadenanthera*, *Basiloxylon*, *Euterpe*, *Joannesia*, *Ligustrum*, *Piper*, *Schinus* e *Vernonanthura* foram exclusivos do verão (Figura 6). Já os tipos *Carduus*, *Ilex*, Malpighiaceae e *Myrocarpus* foram exclusivos do outono (Figura 7). No inverno não foram observados tipos polínicos exclusivos, todos encontrados nesta estação já haviam sido observados nas estações anteriores (Tabela 1).

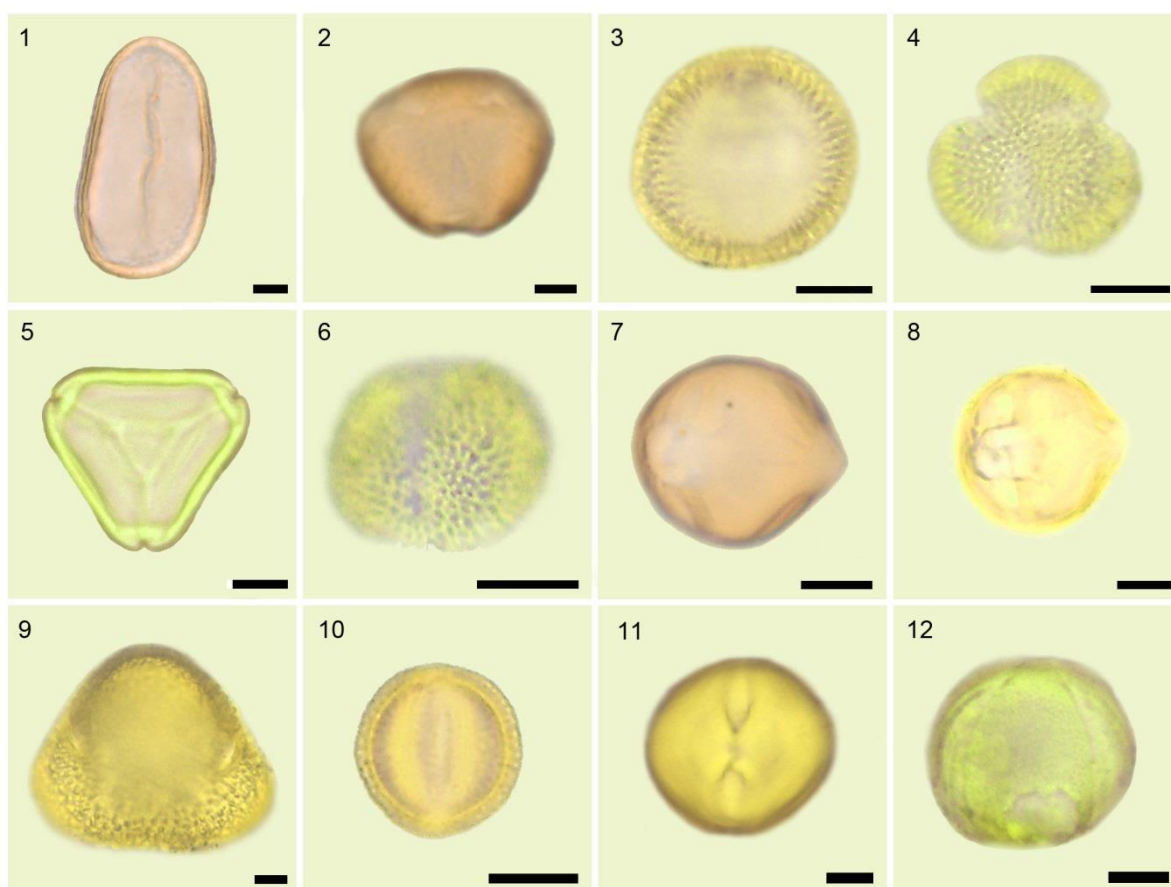


Figura 5. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos da primavera. 1: tipo *Aloe*; 2: tipo Bignoniaceae; 3: tipo *Byrsonima*; 4: tipo *Daustinia*; 5: tipo *Eucalyptus*; 6: tipo Euphorbiaceae; 7: tipo *Machaerium*; 8: tipo *Mangifera*; 9: tipo *Pseudobombax*; 10: tipo *Sapindus*; 11: tipo *Solanum*; 12: tipo *Tabebuia*. Barra = 5 μ m (5); 10 μ m (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12).

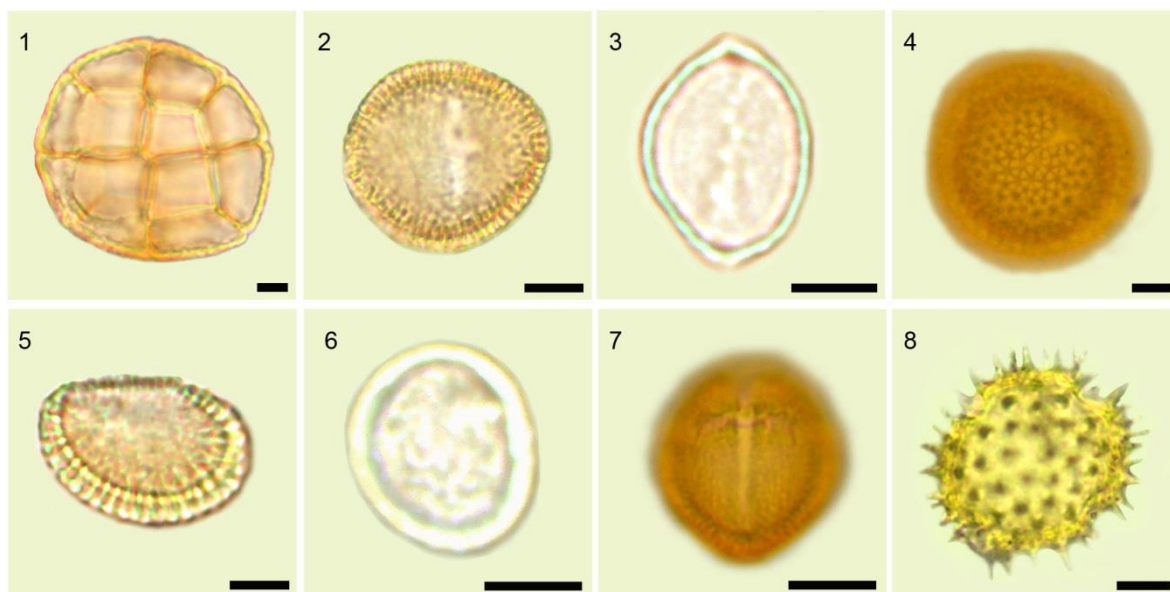


Figura 6. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos do verão. 1: tipo *Anadenanthera*; 2: tipo *Basiloxydon*; 3: tipo *Euterpe*; 4: tipo *Joannesia*; 5: tipo *Ligustrum*; 6: tipo *Piper*; 7: tipo *Schinus*; 8: tipo *Vernonanthura*. Barra = 5 mμ (1, 3, 5, 6 e 7); 10 mμ (2, 4 e 8).



Figura 7. Fotomicrografias dos tipos polínicos que foram exclusivos do outono. 1: tipo *Carduus*; 2: tipo *Ilex*; 3: tipo *Malpighiaceae*; 4: tipo *Myrocarpus*. Barra = 5 mμ.

A análise de componentes principais (ACP) resumiu em seus três primeiros eixos 62,20% da variabilidade total dos dados obtidos (Figuras 8 e 9). Os eixos 1 e 2 da ACP contribuíram com 48,42% da variabilidade total dos dados. No eixo 1 é nítida a separação dos tipos polínicos *Alternanthera*, *Cecropia*, *Mimosa*, *Myrtaceae* e *Serjania* dos demais, identificados em todas as estações, com exceção do tipo

Serjania (não identificado no verão). É possível observar que as coletas realizadas no outono e no inverno foram as mais significativas para a distribuição ao longo do eixo 1 (Tabela 3). Já no eixo 2, as coletas realizadas no verão e no outono, fizeram com que os tipos polínicos *Citrus* e *Poaceae* ficassem posicionados no quadrante positivo (Figura 8). É possível observar que as coletas realizadas na primavera foram as mais significativas para a distribuição ao longo do eixo 2 (Tabela 3).



Figura 8. Eixo 1 e eixo 2 da análise de componentes principais (ACP) realizada com variáveis da contagem do pólen presente em amostras coletadas no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal. Aloe: *Aloe*; Alter: *Alternanthera*; Anaca: *Anacardiaceae*; Anade: *Anadenanthera*; Antig: *Antigonon*; Basil: *Basiloxylon*; Bidden: *Bidens*; Bigno: *Bignoniaceae*; Brass: *Brassica*; Butia: *Butia*; Byrso: *Byrsonima*; Caesa: *Caesalpinia*; Cardu: *Carduus*; Cecro: *Cecropia*; Citru: *Citrus*; Comme: *Commelina*; Dauti: *Daustinia*; Eucal: *Eucalyptus*; Eupho: *Euphorbiaceae*; Euter: *Euterpe*; Ilex: *Ilex*; Joann: *Joannesia*; Ligus: *Ligustrum*; Lithr: *Lithraea*; Macha: *Machaerium*; Malpi: *Malpighiaceae*; Mangi: *Mangifera*; Mimosa: *Mimosa*; Myrta: *Myrtaceae*; Myroc: *Myrocarpus*; Paull: *Paullinia*; Piper: *Piper*; Poace: *Poaceae*; Pseud: *Pseudobombax*; Sapin: *Sapindus*; Schin: *Schinus*; Serja: *Serjania*; Solan: *Solanum*; Spond: *Spondias*; Tabeb: *Tabebuia*; Verno: *Vernonanthura*.

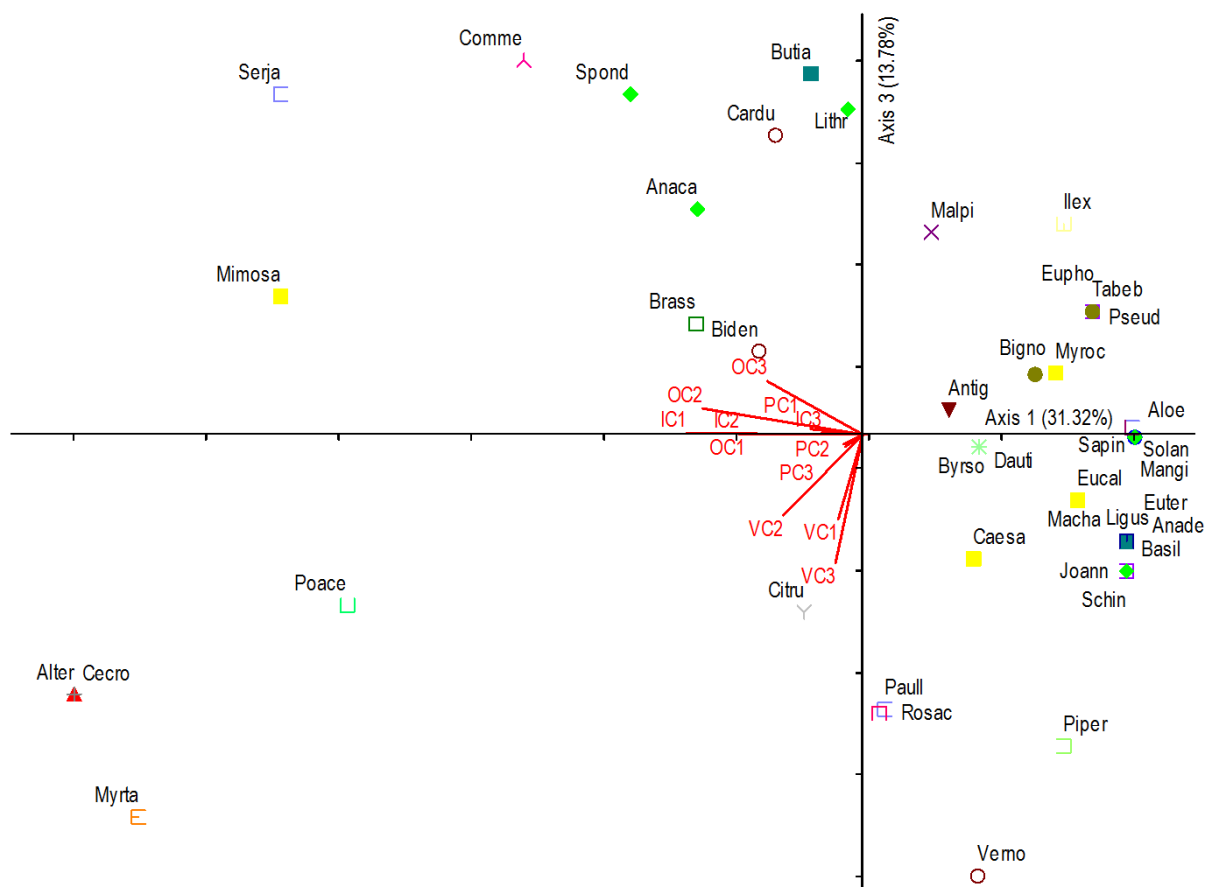


Figura 9. Eixo 1 e eixo 3 da análise de componentes principais (ACP) realizada com variáveis da contagem de pólenes presentes em amostras coletadas no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal. Aloe: *Aloe*; Alter: *Alternanthera*; Anaca: *Anacardiaceae*; Anade: *Anadenanthera*; Antig: *Antigonon*; Basil: *Basiloxylon*; Bide: *Bidens*; Bigno: *Bignoniaceae*; Brass: *Brassica*; Butia: *Butia*; Byrso: *Byrsonima*; Caesa: *Caesalpinia*; Cardu: *Carduus*; Cecro: *Cecropia*; Citru: *Citrus*; Comme: *Commelina*; Dauti: *Daustinia*; Eucal: *Eucalyptus*; Eupho: *Euphorbiaceae*; Euter: *Euterpe*; Ilex: *Ilex*; Joann: *Joannesia*; Ligus: *Ligustrum*; Lithr: *Lithraea*; Macha: *Machaerium*; Malpi: *Malpighiaceae*; Mangi: *Mangifera*; Mimosa: *Mimosa*; Myrta: *Myrtaceae*; Myroc: *Myrocarpus*; Paull: *Paullinia*; Piper: *Piper*; Poace: *Poaceae*; Pseud: *Pseudobombax*; Sapin: *Sapindus*; Schin: *Schinus*; Serja: *Serjania*; Solan: *Solanum*; Spond: *Spondias*; Tabeb: *Tabebuia*; Verno: *Vernonanthura*.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall para a variável de frequência do tipo polínico dos eixos 1, 2 e 3 de ordenação do ACP em doze amostras. PC1= colmeia número 1 na primavera; PC2= colmeia número 2 na primavera; PC3= colmeia número 3 na primavera; VC1= colmeia número 1 no verão; VC2= colmeia número 2 no verão; VC3= colmeia número 3 no verão; OC1= colmeia número 1 no outono; OC2= colmeia número 2 no outono; OC3= Colmeia número 3 no outono; IC1= colmeia número 1 no inverno; IC2= colmeia número 2 no inverno; IC3= colmeia número 3 no inverno.

Variáveis	Componentes Principais		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
PC1	-0,2696	-0,4450	0,1472
PC2	-0,1586	-0,5202	-0,1715
PC3	-0,1522	-0,4625	-0,1987
VC1	-0,1735	0,2937	-0,4822
VC2	-0,2354	0,0435	-0,3572
VC3	-0,1751	0,1871	-0,5650
OC1	-0,3681	0,2213	-0,0227
OC2	-0,4281	0,1354	0,2660
OC3	-0,3460	0,3154	0,3894
IC1	-0,4238	-0,0330	0,0629
IC2	-0,3411	-0,1625	0,0269
IC3	-0,1685	-0,0013	0,0496

Os eixos 1 e 3 da ACP explicaram 45,11% da variabilidade total dos dados. No eixo 1 observa-se que *Alternanthera*, *Cecropia* e *Myrtaceae*, tipos polínicos observados em todas as estações, continuam agrupados (Figura 9). Nota-se também o agrupamento de *Serjania*, *Mimosa* e *Poaceae* distante dos demais tipos polínicos, incluindo então *Poaceae* (não verificado na primavera) e *Serjania* (não verificado no verão - Figura 9). No eixo 3 observamos o agrupamento dos tipos *Paullinia*, *Piper*, *Rosaceae* e *Vernonanthura* que são, ou exclusivos no verão (*Piper* e *Vernonanthura*), ou não foram observados no inverno (*Rosaceae* e *Paullinia* - Figura 9). No eixo 3 observamos que as coletas realizadas no verão foram determinantes para a distribuição dos tipos polínicos ao longo do eixo (Tabela 3).

5. DISCUSSÃO

A abelha *Apis mellifera* é reconhecida pela quantidade de mel produzida e pela sua grande contribuição na manutenção da biodiversidade, forrageando grande variedade de plantas. Na primavera foi verificada a maior riqueza polínica com 26 tipos, seguida das estações verão e outono com 17 tipos cada e o inverno com 12 tipos polínicos. O verão e a primavera são considerados estações com abundância de alimento, pois possuem um grande número de espécies vegetais em floração. A quantidade de tipos polínicos observados no verão mostrou que as colmeias concentraram a coleta de recursos em poucos exemplares botânicos. Já as estações outono e inverno possuem uma menor quantidade de plantas floridas, então é natural que a quantidade de tipos polínicos encontrados no mel seja menor.

Suryanarayana et al. (1992) apontam a importância da vegetação ao redor das colmeias e no presente estudo isto foi percebido com número de tipos polínicos encontrados ao longo das estações. O cultivo e a manutenção de uma flora apícola diversificada e nutritiva, próximo das colmeias, são imprescindíveis para garantir que as abelhas tenham disponibilidade e qualidade de alimentos.

Nas amostras de todas as estações foram observados os tipos *Alternanthera*, *Cecropia*, *Mimosa* e *Myrtaceae*, a ocorrência deles revelou uma tendência ou preferência que as abelhas tinham por essas fontes de recursos (Figura 4). Marques et al. (2011) também observaram os tipos *Mimosa* e *Myrtaceae* em todas as amostras coletadas, um forte indício de que as abelhas farão uso destes tipos botânicos ao longo de todo o período de florescimento ou até quando houver recursos, caso eles estejam nas proximidades das colmeias.

Os tipos polínicos observados em todas as estações foram poucos, contudo o número reduzido pode estar relacionado com o período de florescimento dos tipos polínicos encontrados no mel do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal, alguns pólenes pertencem a plantas que possuem florescimento o ano todo, o que pode ser um forte indício da preferência das abelhas por estas fontes (Tabela 4). De acordo com Chittka et al. (1999) é possível que as abelhas mantenham uma frequência de visitas a uma flor de uma determinada espécie e que na verdade elas até mesmo

evitem mudanças, para poupar gastos energéticos com a análise da qualidade da nova flor.

Tabela 4. Época estimada de floração de cada tipo polínico encontrado.

Famílias	Tipos	Recursos		Polinização		Época estimada de floração
		Pólen	Néctar	Entomófila	Anemófila	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	x	x	x		mar/ mai - set
Anacardiaceae	Anacardiaceae	x	x	x		jun - out
Anacardiaceae	<i>Lithraea</i>	x	x	x		set - out
Anacardiaceae	<i>Mangifera</i>	x	x	x		jun
Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	x	x	x		set - jul
Anacardiaceae	<i>Spondias</i>	x	x	x		set
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	x	x	x		mar - jun
Arecaceae	<i>Butia</i>	x	x	x		set - jan
Arecaceae	<i>Euterpe</i>	x	x	x		set - jan
Asteraceae	<i>Bidens</i>	x		x		jan - dez
Asteraceae	<i>Carduus</i>	x	x	x		mar
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i>	x	x	x		jan / mai - jun
Bignoniaceae	Bignoniaceae		x	x		abr / jun - out
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>		x	x		ago - out
Brassicaceae	<i>Brassica</i>	x	x	x		mar
Commelinaceae	<i>Commelina</i>	x	x	x		set - fev
Convolvulaceae	<i>Dautinia</i>	x	x	x		abr
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	x	x	x		ago
Fabaceae	<i>Joannesia</i>	x	x	x		abr / ago
Fabaceae	<i>Anadenanthera</i>		x	x		abr
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i>		x	x		jan - dez
Fabaceae	<i>Machaerium</i>		x	x		set - nov
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	x	x	x		jan - dez
Fabaceae	<i>Myrocarpus</i>	x	x	x		abr - jul
Malpighiaceae	Malpighiaceae	x		x		dez - abri
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>		x	x		mai - set
Malvaceae	<i>Basiloxylon</i>	x	x	x		mar - set
Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>		x	x		mai - jul / set - out
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	x	x	x		jan / mai - out
Myrtaceae	Myrtaceae	x	x	x		jan / mai - out
Oleaceae	<i>Ligustrum</i>	x	x	x		mar / mai
Piperaceae	<i>Piper</i>	x			x	jul
Poaceae	Poaceae	x			x	jan - dez
Polygonaceae	<i>Antigonon</i>	x	x	x		jan - dez
Rosaceae	Rosaceae	x	x	x		jan - dez
Rutaceae	<i>Citrus</i>	x	x	x		jan - out
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>		x	x		ago
Sapindaceae	<i>Sapindus</i>	x	x	x		jun
Sapindaceae	<i>Serjania</i>	x	x	x		abr - dez
Solanaceae	<i>Solanum</i>	x		x		jan - dez
Urticaceae	<i>Cecropia</i>	x			x	jan - mai / nov - dez
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe</i>	x	x	x		set - dez

Fonte: adaptado de Rcpol (2019)

O tipo *Alternanthera* foi observado no mel do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal na primavera e no verão na classe de frequência de “pólen secundário”, no outono e inverno “pólen menor importante”. Modro et al. (2011), Almeida (2013), Melo (2015) e Sahney et al. (2018) consideram o tipo *Alternanthera* de importância

polinífera para *Apis mellifera*, mas como pode ser observado na Tabela 4 este tipo polínico também é fonte de néctar e sua frequência geral foi de “pólen menor importante” o que demonstra a importância para a alimentação das colmeias estudadas e sua relevância como fonte de alimento ao longo de todo período de estudo.

O gênero *Alternanthera* não é endêmico do país e sua distribuição é por praticamente todo o território brasileiro (Senna, 2015). Isto é um forte indício de que este tipo polínico pode ser encontrado em méis de grande parte do país e também pode ser considerado de importância singular para a formação do pasto apícola, mas não para a identificação geográfica dos méis.

O tipo *Cecropia* na primavera obteve classe de frequência de “pólen menor importante”, no verão “pólen predominante”, no outono e no inverno de “pólen secundário”. O tipo foi reconhecido como anemófilo (Colinvaux et al., 1999). Destacou-se neste estudo devido sua representatividade em todas as amostras de mel, sua frequência geral foi classificada como “pólen secundário”, resultado da abundância destas plantas ao redor das colmeias ou de contaminação.

A ocorrência do tipo *Cecropia* também foi verificada em amostras de mel da região maranhense por Marques et al. (2007) e da Bahia por Oliveira e Santos (2014). Os autores enfatizaram que a presença do tipo nas amostras de mel foi constante e registradas em todas as classes de frequência. Aronne et al. (2012) observaram em seu estudo, abelhas em plantas que não dependiam da polinização biótica, pois eram polinizadas pelo vento, e justificaram que esta observação era devido à abundância de pólen que as plantas produziam.

Segundo Colinvaux et al. (1999), o gênero *Cecropia* compreende árvores pioneiras, designadas primeiras colonizadoras, visto que estão presentes em quase todos os tipos de vegetações neotropicais. Oliveira e Santos (2014) consideram alarmante a presença do tipo *Cecropia* em elevada frequência no mel, pois pode ser um indício de que o ambiente no qual o mel foi produzido esteja sujeito a algum processo de degradação. Já no mel do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal a suspeita é que as abelhas coletaram bastante pólen devido a(s) planta(s) produzirem grande quantidade e por não haver outras fontes alimentares melhores disponíveis ao redor das colmeias.

Em inúmeras análises de melissopalínologia o tipo *Cecropia* já foi observado, no entanto, protocolos melissopalínológicos como o de Von Der Ohe et al. (2004) consideram os tipos polínicos anemófilos e/ou poliníferos contaminantes, já que, não contribuem para a constituição do mel, sendo desconsiderados da avaliação de origem botânica dos mesmos.

Por outro lado, em estudos de identificação geográfica do mel os tipos polínicos anemófilos e/ou poliníferos podem ser importantes para a determinação (Bosco e Luz, 2017). Em Ramalho et al. (1990), a presença do tipo *Cecropia* foi responsável pela caracterização da região, pois a planta que o tipo polínico pertence é característica de áreas de borda de mata, mata ciliar ou floresta secundária da região neotropical.

Para Oliveira et al. (1998) os tipos *Cecropia* e Poaceae são entendidos como importantes para a alimentação das abelhas *Apis mellifera*. Estudos como os de Aronne et al. (2012), em que metade das espécies coletadas pelas abelhas eram espécies anemófilas e de Oliveira (2009), Osterkamp (2009), Nascimento (2011), Silva (2012), Bosco e Luz (2017) que observaram o tipo Poaceae no mel, além de Matos (2012) que observou na própolis, todos demonstram que a interação plantas e polinizadores deve ser repensada sobre o ponto de vista do aparecimento de pólen de espécies anemófilas nos produtos das abelhas.

O tipo polínico *Mimosa* destacou-se aqui no estudo por apresentar classe de frequência geral “pólen secundário”. A presença do tipo no mel de todo o período de estudo demonstrou a enorme importância que tem para a produção do mel e alimentação das colmeias do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal. Sua representatividade também foi constatada por vários autores nos espectros polínicos de méis de *Apis mellifera* produzidos em diversas regiões Barth (1970; 1989), Sodré (2005), Oliveira e Santos (2014), Silva e Santos (2014) e Haidamus (2015).

O tipo *Mimosa* foi observado na primavera na classe de frequência de “pólen predominante”, no verão e no outono “pólen secundário” e no inverno “pólen menor importante”. Em Silva e Santos (2014) dos 29 tipos polínicos registrados na família Fabaceae, 14 eram do gênero *Mimosa*, por isso consideraram o gênero mais representativo no espectro de pólen de méis do Sergipe.

Devido à dificuldade de separar as espécies de *Mimosa* através dos seus pólenes, o presente estudo agrupou todas em um único tipo, entretanto há necessidade

de conhecer melhor as espécies de *Mimosa* presentes no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal para que elas sejam mantidas e possam contribuir ainda mais para a composição do mel. Dependendo da espécie de *Mimosa* que for encontrada na área, pode ser explorado o mel de melato que segundo Brasil (2000) é o produto da elaboração das abelhas melíferas a partir do néctar floral com exsudatos sacarínicos de partes vivas de plantas ou de excreções de insetos sugadores de seiva que se encontram sobre as plantas.

Assim como o tipo *Mimosa*, o tipo polínico Myrtaceae possui pouca variação de caracteres morfológicos, com pólen muito semelhantes que dificultam a determinação precisa (Salgado-Labouriau, 1973). No mel do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal o tipo Myrtaceae foi alimento para as abelhas e fundamental para a produção do mel, visto que foi observado em todo o período de estudo.

No Brasil, a família Myrtaceae é constituída por 23 gêneros e 1030 espécies (Flora do Brasil 2020 em construção). O tipo *Eucalyptus*, talvez uma das espécies mais conhecidas no mundo, da família Myrtaceae, foi identificado apenas na amostra da primavera, na classe de frequência de “pólen menor”. Na primavera, no verão e no inverno o tipo Myrtaceae foi observado na classe de frequência de “pólen menor importante”, já no outono foi classificado como “pólen menor”. Na classificação geral o tipo Myrtaceae apresentou classe de frequência de “pólen menor importante”.

Segundo Ramalho et al. (1990) há algumas espécies de plantas de importância singular para meliponíneos e *Apis mellifera* na região neotropical, Myrtaceae foi citada como significativa, e isto pode ser confirmado com a observação de trabalhos melissopalínológicos como os de Modro (2006), Silva e Santos (2014) e Luz et al. (2019), em que a família e/ou o tipo polínico Myrtaceae apresentaram grande riqueza polínica.

No levantamento feito por Souza et al. (2018) a família Myrtaceae foi uma das que apresentou maior número de tipos polínicos no banco de dados citados em estudos de melissopalínologia no Brasil, isto é um forte indício da relevância desta família na constituição do mel e da importância do pólen na criação e alimentação das abelhas.

Outros trabalhos também observaram os tipos polínicos que aqui ocorreram em todas as estações. No estudo de Marques et al. (2011) os tipos *Alternanthera*, *Mimosa*

e Myrtaceae além de seis tipos identificados e cinco indeterminados, foram responsáveis pela produção de mel no período do final das chuvas e o início da seca.

Barth (2004) realizou um apanhado sobre o conhecimento dos tipos polínicos dominantes (>45%) e acessórios (15% a 45%) em amostras de mel de abelhas *Apis* nas regiões brasileiras e notou que no Sul o pólen dominante nos méis é de *Senecio*; no Sudeste os pólenes dominantes e/ou acessórios são de *Citrus* e *Eucalyptus*; em Minas Gerais os pólenes são predominantemente de plantas silvestres; no Nordeste os méis possuem pólenes de Asteraceae, *Croton*, *Eucalyptus*, além de várias espécies de *Mimosa* e *Piptadenia moniliformis*; na Amazônia os pólenes dominantes e/ou acessórios são de Arecaceae, *Mimosa*, *Protium* e *Tapirira*.

É possível notar que no censo de Barth (2004) o tipo *Mimosa* foi observado como dominante e/ou acessório em duas das cinco regiões brasileiras. Isto porque a família Fabaceae, assim como o gênero *Mimosa* possui uma quantidade expressiva de representantes, que na maioria das vezes, disponibiliza muito pólen e néctar (Ramalho et al., 1990).

Como pode-se observar, o conhecimento dos tipos polínicos que predominam no mel é muito importante para a determinação botânica e diferenciação do produto, podendo ter seu valor de mercado melhorado apenas por possuir uma descrição mais detalhada sobre a florada. Observando as frequências, no mel da primavera é possível notar que os tipos polínicos *Alternanthera* e *Mimosa* destacaram-se, assim como os tipos *Alternanthera*, *Vernonanthura* e *Mimosa*, no mel do verão, o tipo *Mimosa* no mel do outono e o tipo *Serjania* no mel do inverno, fazendo deles característicos do mel destas estações.

Nas estações: primavera, verão e outono, houve a ocorrência de tipos polínicos exclusivos. Os tipos *Aloe*, Bignoniaceae, *Byrsonima*, *Daustinia*, *Eucalyptus*, Euphorbiaceae, *Machaerium*, *Mangifera*, *Pseudobombax*, *Sapindus*, *Solanum* e *Tabebuia* foram exclusivos da primavera. Os tipos *Anadenanthera*, *Basiloxylon*, *Euterpe*, *Joannesia*, *Ligustrum*, *Piper*, *Schinus* e *Vernonanthura* foram exclusivos do verão. E os tipos *Carduus*, *Ilex*, Malpighiaceae e *Myrocarpus* foram exclusivos do outono.

A observação dos tipos polínicos exclusivos das estações permite refletir sobre a informação da origem botânica do mel produzido no Setor de Apicultura da Unesp

de Jaboticabal. Como dito por Barth (1970), o fenômeno de ocorrência da classe de frequência acessórios, aqui denominado de “secundário”, nos méis brasileiros, embora comum, é típico de uma atividade apícola ainda realizada de maneira rudimentar e sem conhecimento necessário para uma adequada formação de um pasto apícola.

Os tipos polínicos que foram observados em pelo menos duas estações, podem contribuir ainda mais com a alimentação das abelhas, podendo ser utilizados em maior frequência por elas em seus produtos. Na primavera e no verão foram observados os tipos polínicos *Caesalpia* e *Paullinia*; na primavera e no outono o tipo Anacardiaceae e *Butia*; na primavera e no inverno os tipos *Antigonon*, *Bidens* e *Brassica*. Com exceção do tipo *Bidens*, todos os tipos são fontes de néctar e pólen, sendo de grande interesse a manutenção e até mesmo o aumento através da formação de um pasto apícola, pois a maioria destes tipos são de plantas que florescem o ano todo, por este motivo, estarão disponíveis para as abelhas captarem seus recursos.

A disponibilidade e a quantidade dos recursos são relevantes e justificam o comportamento generalista das abelhas *Apis mellifera* (Suryanarayana et al., 1992). As frequências de 33 tipos polínicos na classificação geral foram menores que 3%, fazendo com que eles recebessem a denominação de “pólen menor”. Esses tipos possuem pequena relevância na quantidade de néctar fornecido, mas são importantes indicadores da origem e procedência geográfica do mel (Barth, 1989). O grande número de tipos polínicos na classe de frequência de “pólen menor” neste estudo também pode ser uma indicativa da rica e diversificada flora explorada pelas abelhas *Apis mellifera* do Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal.

Observando o primeiro eixo da ACP é possível notar que os tipos observados e contados no outono e no inverno foram os responsáveis para a distribuição ao longo do eixo, assim como, no segundo eixo os tipos observados e contados na primavera foram os principais responsáveis pela distribuição ao longo do eixo. As estações primavera-inverno e verão-outono foram agrupadas, devido a semelhança de tipos e famílias botânicas nestas estações.

Na primavera e no inverno os tipos *Antigonon* (Polygonaceae), *Bidens* (Asteraceae) e *Brassica* (Brassicaceae) foram observados. Já no verão e no outono apenas o tipo *Citrus* (Rutaceae) foi observado (Tabela 1). Em Luz et al. (2019) néctar

de *Bidens* nas coletas de junho a julho, *Anadenanthera* e *Tapirira* nas coletas de outubro a dezembro, fevereiro a abril, respectivamente formaram dois grupos e foram os possíveis responsáveis pelo agrupamento das amostras.

6. CONCLUSÕES

O estudo da melissopalinologia contribui para o conhecimento da flora apícola disponível para as colmeias de abelhas *Apis mellifera* instaladas no Setor de Apicultura da Unesp de Jaboticabal, assim como, conheceu os recursos alimentares por elas oferecidas e ainda pode auxiliar em estudos de interações plantas-polinizadores, principalmente flores e as abelhas que as visitam. A conservação das espécies já existentes e o reflorestamento da vegetação próximo das colmeias, com plantas nativas que oferecem as abelhas néctar e pólen em todas as estações, além de diminuir a escassez de alimento, podendo aumentar a quantidade de mel produzido.

O forrageamento das abelhas *Apis mellifera* está concentrado em recursos nectaríferos ou poliníferos de plantas entomófilas ou anemófilas: Amaranthaceae (tipo *Alternanthera*), Anacardiaceae (tipo *Schinus*), Asteraceae (tipo *Vernonanthura*), Brassicaceae (tipo *Brassica*), Fabaceae (tipos *Mimosa* e *Myrocarpus*), Myrtaceae, Poaceae, Sapindaceae (tipo *Serjania*) e Urticaceae (tipo *Cecropia*). Com este dado é possível explorar racionalmente a produção inclusive de méis monoflorais.

Houve similaridade entre os tipos polínicos presentes nas diferentes estações do ano, o que confirma o uso da flora local no forrageamento das abelhas nestas estações. No entanto, a presença do tipo polínico *Citrus* (Rutaceae) exclusivo nas estações verão-outono e dos tipos *Antigonon* (Polygonaceae), *Bidens* (Asteraceae) e *Brassica* (Brassicaceae) nas estações primavera-inverno, foram importantes no agrupamento das estações.

7. REFERÊNCIAS

Agostini K, Lopes AV, Machado IC. (2014) Recursos florais In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. p. 129-150.

Almeida AMM (2013) **Características físico-químicas, melissopalinológicas, microbiológicas de méis e capacidade antioxidante de méis e de própolis de *Apis mellifera* L. 1785, da região nordeste da Bahia.** 134 f. Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió.

Alves RF (2013) **Análise palinológica do pólen apícola produzido no estado de Sergipe, Brasil.** 59 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

Aronne G, Giovanetti M, Guarracino MR, De Micco V. (2012) Foraging rules of flower selection applied by colonies of *Apis mellifera*: ranking and associations of floral sources. **Functional Ecology**, 26: 1186-1196.

Arruda CMF (2003) **Características físico-químicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) da região da Chapada do Araripe, Município de Santana do Cariri, Estado do Ceará.** 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Banco de Imagens de Pólen de Plantas Apícolas. (2000) Laboratório de insetos úteis. Entomologia – ESALQ/ Universidade de São Paulo. Disponível em:<<http://www.lea.esalq.usp.br/polen/>>. Acesso em: 05 de junho de 2019.

Barbosa AL, Pereira FM, Vieira Neto JM, Rego JGS, Lopes MTR, Camargo RCR. (2007) **Criação de abelhas: apicultura.** 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Meio-Norte, p. 113.

Barreto LMRC, Funari SRC, Orsi RO. (2005) Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim de Indústria Animal**, 62: 167-175.

Barros LB, Torres FR, Azeredo LC, Barth OM, Freitas MQ. (2010) Caracterização físico-química de mel produzido por *Apis mellifera* no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, 17: 117-120.

Barth OM. (1963) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: III-Theaceae, Marcgraviaceae, Ochnaceae, Guttiferae e Quinaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 61: 89-109.

Barth OM, Silva SAF. (1963) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: IV-Cunoniaceae, Rosaceae e Connaraceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 61: 411-427.

Barth OM. (1964) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: V-Leguminosae: Papilionatae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 62: 95-123.

Barth OM, Bouzada CP. (1964) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: VI-Leguminosae: Caesalpinioideae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 62: 169-192.

Barth OM. (1965) Glossário palinológico: parte complementar ao "Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional". **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 63: 133-161.

Barth OM, Silva SA. (1965) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: VII-Thymelaeaceae, Lythraceae, Lecythidaceae, Rhizophoraceae e Combretaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 63: 255-273.

Barth OM, Yoneshigue Y. (1966) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: VIII-Leguminosae (Mimosoideae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 64: 79-111.

Barth OM. (1970) Análise microscópica de algumas amostras de mel. 2. Pólen Acessório. In: Academia Brasileira de Ciências, **Anais...** v. 42, p. 571-590.

Barth OM. (1989) **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, p.150.

Barth OM, Melhem TS. (1988) **Glossário ilustrado de Palinologia**. Campinas: Editora da Unicamp. p. 77.

Barth OM. (2004) Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, 61: 342-350.

Barth OM. (2005) Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. **Mensagem doce**, 81: 2-6.

Beekman M, Sumpter DJT, Seraphides N, Ratnieks FLW. (2004) Comparing foraging behaviour of small and large honey-bee colonies by decoding waggle dances made by foragers. **Functional Ecology**, 18: 829-835.

Bosco LB, Luz CFP. (2017) Pollen analysis of Atlantic forest honey from the Vale do Ribeira Region, state of São Paulo, Brazil. **Revista Grana**, 57: 144-157.

Borlachenco NGC, Cereda MP, Araújo GM, Padial NPM. (2017) ASPECTOS LEGAIS DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO COM APICULTURA DE *Apis mellifera*. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 6: 56-78.

Brandão M, Gavilanes ML, Cunha LHS, Laca JP, Cardoso C. (1984) Plantas consideradas daninhas para culturas como fontes de néctar e pólen. **Planta Daninha**, 7:1-22.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 de outubro de 2000. Seção 1, p. 19696-19697. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1690>>. Acesso em: 09 de agosto de 2017.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº3, de 19 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pólen Apícola. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de janeiro de 2001. Seção 16-I, p. 18-23, 2001.

Briggs D, Walters SM. (1997). Plant variation and evolution. 3. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 512 p.

Brodtschneider R, Crailsheim K. (2010) Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, 41: 278-294.

Brown Jr KS, Hutchings RW. (1997) Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In: Laurance WF, Bierregaard Jr RO (Eds.) **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: University Chicago Press, p. 99-110.

Buchmann SL, Nabhan GP. (1996) *The Forgotten Pollinators*. Washington, Island Press. 312p.

Chittka L, Thomson JD, Waser NM. (1999) Flower constancy, insect psychology, and plant evolution. **Naturwissenschaften**, 86: 361-377.

Colinvaux PA, Oliveira PE, Moreno JE. (1999) *Amazon Pollen Manual and Atlas*. New York, Harwood Academic Press. 344 p.

Correia FCS, Francisco RS, Peruquetti RC. (2017) Palinologia e a interação planta-abelha: Revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, 20: 247-251.

Crespi BJ, Yanega D. (1995) The definition of eusociality. **Behavioral Ecology**, 6: 109-115.

Erdtman G. (1952) *Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 539 p.

Faegri K, Pijl LVD. (1979) *The Principles of Pollination Ecology*. 3. ed. Oxford, Pergamon Press. 256 p.

Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 22 de julho de 2019.

Free JB. (1993) **Insect Pollination of Crops**. 2. ed. London, Academic Press. 684 p.

Freitas AS, Barth OM, Luz CFP. (2010) Análise polínica comparativa e origem botânica de amostras de mel de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do Brasil e da Venezuela. **Mensagem Doce**, 106: 2-9.

Freitas L, Vizentin-Bugoni J, Wolowski M, Souza JMT, Varassin IG. (2014) Interações planta-polinizador e a estruturação das comunidades. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. p. 130-150.

Fujii IA, Rodrigues PRM, Ferreira MN. (2009) Caracterização físico-química do mel de guaranazeiro (*Paullinia cupana var. sorbilis*) em Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 10: 645-653.

Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissière BE. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological economics**, 68: 810-821.

Gasparino EC, Cruz-Barros MAV. (2006) Palinologia. Curso de capacitação de monitores e educadores. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. **Instituto de Botânica**, São Paulo, 9p.

Garófalo CA, Martins CF, Aguiar CML, Del Lama MA, Alves-dos-Santos I. (2012) As Abelhas Solitárias e Perspectivas para seu Uso na Polinização no Brasil In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM. (Org.) **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, p. 183-202.

Ghazoul J. (2005) Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. **Trends in ecology & evolution**, 20: 367-373.

Girão LC, Lopes AV, Tabarelli M, Bruna EM. (2007) Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic forest landscape. **Plos one**, 2: e908.

Gonçalves AB, Silva APC, Cereda MP, Santos FDAR. (2013) 14658-Identificação botânica do pólen encontrado em amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzido no município de Bonito - MS. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia **Resumos...** Porto Alegre - RS: Cadernos de Agroecologia, 8: 1-5.

Google Earth. **Software GIS 3D**. (2018) Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - UNESP de Jaboticabal, Estado de São Paulo, situado a 595 metros de altitude e de coordenadas geográficas: 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'68" de longitude Oeste. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-21.24327284,-48.28057121,554.87679447a,893.31298144d,35y,0h,0t,0r>>. Acesso em: 01 de novembro de 2018.

Guzmán-Novoa E, Benítez AC, Montañó LGE, Novoa GG. (2011) Colonization, impact and control of Africanized honey bees in Mexico. **Veterinaria México**, 42:149-178.

Haidamus SL (2015) **Diversidade floral dos méis da abelha melífera africanizada (*Apis mellifera* Linnaeus) do Estado do Rio de Janeiro por meio da análise melissopalínológica**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Hyde HA, Williams DA. (1945) Studies in atmospheric pollen: II. Diurnal variation in the incidence of grass pollen. **New Phytologist**, 44: 83-94.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<https://www2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtml>> Acesso em: 29 de março de 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v. 43, p. 1-49, 2015.

Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM. (Org.). (2012) **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1. ed. São Paulo, EDUSP.
Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P. (2010) As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, 10: 59-62.

Jones GD, Bryant VMJr. (1996) Melissopalynology. In: Jansonius J, McGregor DC. (eds.) **Palynology: Principles and Applications**. Dallas, AASP Foundation, 3: 933–938.

Kearns CA, Inouye DW, Waser NM. (1998) Endangered mutualisms: the conservation of plant – pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 29: 83-112.

Kerr WE. (1967) The history of introduction of African bees to Brazil. **South African Bee Journal**, 39: 33-35.

Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharntke T. (2006) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the royal society B: biological sciences**, 274: 303-313.

Lima PCF. (2004) Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro. In: XXVII REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, **Anais...** Petrolina, PE: Sociedade Brasileira de Botânica, 2004. CD-ROM.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. (1970) Methodik der Melissopalynologie. **Apidologie**, 1:193-209.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. (1978) Methods of melissopalynology. **Bee world**, 59: 139-157.

Lunau K. (2006) Stamens and mimic stamens as components of floral colour patterns. **Botanische Jahrbücher**, 127: 13-41.

Luz CFP, Fidalgo ADO, Silva SAY, Rodrigues SDS, Nocelli RCF. (2019) Comparative floral preferences in nectar and pollen foraging by *Scaptotrigona postica* (Latreille 1807) in two different biomes in São Paulo (Brazil). **Grana**, 58: 200-226.

Maia-Silva C, Silva CI, Hrnir M, Queiroz RT, Imperatriz-Fonseca VL. (2012) **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. 1. ed. Fortaleza - CE, Fundação Brasil Cidadão.

Macedo RB, Souza PA, Bauermann SG. (2009) Catálogo de pólen, esporos e demais palinómorfs em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Série Botânica**, 64: 43-78.

Machado ABM, Martins CS, Drummond GM. (2005) Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte, 160p.

Marques LJP, Muniz FH, Silva JM. (2007). Levantamento apibotânico do município de Santa Luzia do Paruá, Maranhão – Resultados preliminares. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 114-116.

Marques LJP, Muniz FH, Lopes GS, Silva JM. (2011) Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botanica Brasilica**, 25: 141-149.

Marques MF, Menezes GB, Deprá MS, Delaqua GCG, Hautequestt AP, Moraes MCM. (2015) Polinizadores na agricultura: ênfase em abelhas. **Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio)**, Rio de Janeiro, 36p.

Matos VR (2012) **Caracterização química e palinológica da própolis produzida no litoral norte do estado da Bahia**. 51 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana - BA.

McCune B, Mefford MJ. (2011) **PC-ORD. Multivariate Aanalysis of Ecological Data**. Version 5. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.

McGregor SE. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, Agriculture Handbook. 411 p.

Melhem TS. (1978) Palinologia: suas aplicações e perspectivas no Brasil. **Coleção Museu Paulista, Série Ensaio**s, São Paulo, 2: 333-368.

Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Gonçalves-Esteves VL. (2003) Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo** 16:1-104.

Melo AAMD (2015) **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado**. 341 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.

Melo GAR, Aguiar AP, Garcete-Barrett BR. (2012) Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari SA, Constantino R. (Eds.) **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 553-612.

Michener CD. (1969) Comparative social behavior of bees. **Annual review of entomology**, 14: 299-342.

Michener CD. (2007) The bees of the world. 2. ed. London, Johns Hopkins University Press, Baltimore. 992 p.

Minussi LC, Alves-dos-Santos I. (2007) Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera, Apidae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, 23: 58-62.

Modro AFH (2006) **Flora e caracterização polinífera para abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

Modro AFH, Message D, Luz CFP, Meira-Neto JAA. (2011) Flora de importância polinífera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, 35: 1145-1153.

Morais MM, De Jong D, Message D, Gonçalves LS. (2012) Perspectivas e Desafios para o Uso das Abelhas *Apis mellifera* como Polinizadores no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM. (Org.) **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, p 203–236.

Moreti ACDCC, Fonseca TC, Rodriges APM, Monteiro-Hara AC, Barth OM. (2007) Pólen das principais plantas da família Fabaceae com aptidão forrageira e interesse apícola. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 396-398.

Nascimento AS (2011) **Caracterização botânica e geográfica do mel de *Apis mellifera* L. produzido no Território do Recôncavo da Bahia**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.

Nascimento WM, Gomes EML, Batista EA, Freitas RA. (2012) Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, 30: 494-498.

Oliveira FPM, Carreira LMM, Jardim MAA. (1998) Caracterização Polínica do mel de *Apis mellifera* L. em área de Floresta Secundária no Município de Igarapé-Açu-Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, **Série Botânica** 14: 122 - 136.

Oliveira PP (2009) **Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado da Bahia**. 205 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas.
Oliveira PP, Santos FAR (2014) Prospecção palinológica em méis da Bahia. Print Mídia: Feira de Santana - Bahía. 120 p.

Oliveira PE, Maruyama PK. (2014) Sistemas reprodutivos In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**. Revisora Editorial Ceres Belchior. 1. ed. Rio de Janeiro, Projeto Cultural, p. 130-150.

Ollerton J, Winfree R, Tarrant S. (2011) How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**, Suécia; 120: 321-326.

Osterkamp IC (2009) **Características polínicas e físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidea) e de *Tetragonista angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Trigonini) da Região do Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul**. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário Univates, Lajeado - RS.

Osterkamp IC, Jasper A. (2013) Análise palinológica em méis da Região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil: Ferramenta para a definição de origem botânica. **Revista Destaques Acadêmicos**, 5: 111-119.

Pereira FM, Lopes MTR, Camargo RCR, Vilela SLO. (2003) **Sistemas de Produção: Produção de Mel**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhhb02wx5eo0a2ndxytqx96jy.html>. Acesso em: 11 de junho de 2019.

Pinheiro M, Gaglianone MC, Nunes CEP, Sigrist MR, Santos IA. (2014) Polinização por abelhas. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**. 1. ed. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 206- 227.

Potts SG, Petanidou T, Roberts S, O'Toole C, Hulbert A, Willmer P. (2006) Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. **Biological Conservation**, 4: 519-529.

Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. (2007) Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 143: 1-81.

Ramalho 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: 469-488.

Rcpol. **Rede de Catálogos Polínicos Online**. Disponível em: <<http://chaves.rcpol.org.br/>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

Rech AR, Avila-Jr RS, Schlindwein C. (2014) Síndromes de polinização: especialização e generalização In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Revisora Editorial Ceres Belchior, Projeto Cultural, 1: 171-181.

Saavedra KI, Rojas C, Delgado GE. (2013) Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque-Perú). **Revista chilena de nutrición**, 40: 71-78.

Sahney M, Rahi S, Kumar A, Jaiswal R. (2018) Melissopalynological studies on winter honeys from Allahabad, Uttar Pradesh, India. **Palynology**, 42: 540-552.

Salgado-Labouriau ML. (1973) Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 285 p.

Santos CFO. (1963) Características morfológicas dos grãos de pólen das plantas apícolas. In: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” **Anais...** São Paulo, 20: 175-228.

Santos CFO (1964) Avaliação do período de florescimento das plantas apícolas no ano de 1960, através do pólen contido nos méis e dos coletados pelas abelhas (*Apis mellifera* L.). In: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” **Anais...** São Paulo, 21: 253-264.

Schmickl T, Crailsheim K. (2004) Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. **Apidologie**, 35: 249-263.

Senna L. (2015) Alternanthera In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4302>>. Acesso em: 17 de abril de 2019.

Shepherd GJ (1996) **Fitopac 1: Manual do usuário**. Campinas: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.

Silberbauer-Gottsberger ILSE, Gottsberger G. (1988) A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, 48: 651-663.

Silva CI, Imperatriz-Fonseca VL, Groppo M, Bauermann SG, Saraiva AM, Queiroz EP, Evaldit ACP, Aleixo KP, Castro JP, Castro MMN, Faria LB, Ferreira-Caliman MJ, Wolff JL, Paulino-Neto HF, Garófalo CA. (2014) Catálogo polínico das plantas usadas por abelhas no Campus da USP de Ribeirão Preto. 1. ed. Ribeirão Preto, Holos. 153 p.

Silva APC (2012) **Análise palinológica de amostras de mel de *Apis mellifera* L. produzidas no estado de Sergipe, Brasil.** 71 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana - BA.

Silva APC, Santos FAR. (2014) Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. **Grana**, 53: 159-170.

Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB. (2002). Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação. Belo Horizonte. 253 p.

Silva FHM, Santos FAR, Lima LCL. (2016) Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil). Feira de Santana: Micron Bahia. 120 p.

Smith DR. (1991) African bees in the Americas: insights from biogeography and genetics. **Trends in ecology & evolution**, 6: 17-21.

Sodré GS (2005) **Características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí.** 127 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

Sodré GS, Marchini LC, Moreti ACCC, Carvalho CAL. (2008) Tipos polínicos encontrados em amostras de méis de *Apis mellifera* em Picos, Estado do Piauí. **Ciência Rural**, 38: 839-842.

Southwick EE, Southwick L. (1992) Estimating the economic value of honey-bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. **Journal of Economic Entomology**, 85: 621-633.

Souza RR, Abreu VHR, Novais JS. (2018). Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. **Palynology**, 1-11.

Sumner DA, Boriss H. (2006) Bee - conomics and the leap in pollination fees. **Agricultural and Resource Economics Update**, 9: 9-11.

Suryanarayana MC, Rao GM, Singh TSMS. (1992) Studies on pollen sources for *Apis cerana* Fabr and *Apis mellifera* L bees at Muzaffarpur, Bihar, India. **Apidologie**, 23: 33-46.

Takeda IJM, Farago PV, Souza MKF, Gelinski VV. (2000) Catálogo Polínico do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná-2ª. Biological and Health Sciences, 7: 7-18.

Veloso HP, Barth OM. (1962) Catálogo sistemático dos pólenes das plantas arbóreas do Brasil Meridional: I-Magnoliaceae, Annonaceae, Lauraceae e Myristicaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 60: 59-89.

Viana VM, Tabanez AJA, Martinez JLA. (1992) Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, p.400-406.

Von Der Ohe W, Oddo LP, Piana ML, Morlot M, Martin P. (2004) Harmonized methods of melissopalynology. **Apidologie**, 35: S18 - S25.

Webby R. (2004) Floral origin and seasonal variation of bee-collected pollens from individual colonies in New Zealand. **Journal of Apicultural Research**, 43: 83-92.

Westerkamp C. (2004) Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**, 34: 66-68.

Westerkamp CH. (1996) Pollen in Bee-Flower Relations Some Considerations on Melittophily. **Botanica Acta**, 109: 325-332.

Westerkamp C. (1997) Flowers and bees and are competitors - not partners. Towards a new understanding of complexity in specialised bee flowers. **Acta Horticulturae**, 437: 71-74.

Willmer P. (2011) Pollination and Floral Ecology. New Jersey: Princeton University Press. 778 p.