**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Influência do pólen sobre o desenvolvimento de colônias de abelhas
africanizadas (*Apis mellifera* L.)**

Anna Frida Hatsue Modro

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2010**

Anna Frida Hatsue Modro
Licenciada em Ciências Biológicas

Influência do pólen sobre o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas
(*Apis mellifera* L.)

Orientador:
Prof. Dr. **LUÍS CARLOS MARCHINI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Modro, Anna Frida Hatsue

Influência do pólen sobre o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) Anna Frida Hatsue Modro. - - Piracicaba, 2010.
98 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Abelhas 2. Colmeias 3. Colônias de animais 4. Nutrição 5. Pólen - Qualidade -
Propriedades físico-químicas I. Título

CDD 638.12
M692i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas inúmeras bênçãos concedidas na minha vida, por me amar de maneira incondicional, me guiar e fortalecer sempre.

Ao Prof. Dr. Luís Carlos Marchini pela orientação e oportunidade de desenvolver o trabalho na área de apicultura.

À Pesquisadora Dra. Augusta Carolina de Camargo Carmello Moreti do Instituto de Zootecnia pelas identificações polínicas e pelo apoio constante.

Ao meu esposo e também Professor Dr. Emanuel Maia da Universidade Federal de Rondônia pela dedicação, carinho, força e companhia durante todos estes anos de convivência e pela contribuição fundamental nas análises estatísticas e interpretação dos resultados.

Ao funcionário do apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ, Vitor Celso da Silva por ter auxiliado nas etapas de campo e também pela amizade.

A CAPES pela concessão de bolsa nos primeiros dois anos de doutoramento.

À doutoranda Lorena Andrade Nunes pelas instruções ao realizar as medidas morfométricas das asas das abelhas.

Ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa pela contribuição nas análises físico-químicas, principalmente a Pesquisadora Dra. Rosana Aparecida Possenti que prontamente me atendeu.

À ESALQ e todos os seus funcionários e educadores pela oportunidade de realizar meu doutoramento e concluir essa importante etapa da minha vida.

Aos meus familiares e a todos os meus amigos, principalmente ao Cherre Sade Bezerra da Silva, Elisângela Aparecida da Silva, Fernando Hiroshi Aburaya, Karina Albernaz, Mara Maria Izar de Maio Godoi, Orilzo de Campos Silva e Zuzinaide Vidal Bomfim pelo constante incentivo e apoio.

Aos Pesquisadores Arno Rieder, Dejair Message e Cynthia Fernandes Pinto da Luz pela amizade e apoio durante estes anos dedicados a conhecer as abelhas.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO.....	11
Referências	12
2 ORIGEM BOTÂNICA DAS CARGAS DE PÓLEN E DO PÃO DE ABELHAS AMOSTRADOS SAZONALMENTE EM COLMÉIAS DE <i>Apis mellifera</i> (L.), PIRACICABA, SP	15
Resumo	15
Abstract.....	15
2.1 Introdução.....	16
2.2 Material e Métodos.....	17
2.3 Resultados e Discussão.....	20
2.4 Conclusões.....	37
Referências	37
3 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CARGAS DE PÓLEN E PÃO DE ABELHAS AMOSTRADOS SAZONALMENTE EM COLMÉIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (<i>Apis mellifera</i> L.), PIRACICABA, SP	43
Resumo	43
Abstract.....	43
3.1 Introdução.....	44
3.2 Material e Métodos.....	45
3.3 Resultados e Discussão.....	47
3.4 Conclusões.....	57
Referências	58
4 INFLUÊNCIA DA QUALIDADE POLÍNICA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (<i>Apis mellifera</i> L.)	63
Resumo	63
Abstract.....	63
4.1 Introdução.....	64

4.2	Material e Métodos	65
4.3	Resultados e Discussão	67
4.4	Conclusões	74
	Referências	75
	ANEXOS	81

RESUMO

Influência do pólen sobre o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.)

O conhecimento da qualidade do pólen apícola e a sua influência sobre o desenvolvimento de colônias pode contribuir, principalmente, para a melhoria da atividade apícola e para o controle de qualidade do pólen comercializado para o consumo animal e humano. O presente trabalho objetivou caracterizar o pólen quanto a origem botânica, determinar parâmetros físico-químicos e, relacionar com o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.), medido pelo tamanho da área ocupada com pólen, mel e cria dentro da colméia (cm²) e a assimetria flutuante das asas de abelhas operárias. O experimento de campo foi realizado no apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” em Piracicaba, SP, onde foram instaladas cinco colméias de *A. mellifera* com um coletor de pólen tipo frontal. As coletas foram realizadas nas quatro estações climáticas do ano: outono (02/abr. a 28/maio/2008), inverno (09/jul. a 03/set./2008), primavera (07/out. a 02/dez./2008) e verão (09/jan. a 06/mar./2009). O local de instalação do apiário apresenta domínio de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica), porém com amplas áreas antropizadas, onde existem cultivos agrícolas e canteiros ornamentais com árvores e ervas. Ao longo do ano foram encontrados 81 tipos polínicos nas cargas de pólen interceptadas, pertencentes a 32 famílias botânicas. Pão de abelhas apresentou 86 tipos polínicos, pertencentes a 34 famílias botânicas, sendo Fabaceae, Asteraceae e Malvaceae as famílias com maior frequência de tipos polínicos (≥ 5 tipos polínicos) e, Myrtaceae, a família com alta frequência de grãos de pólen. As médias anuais de matéria seca (67,41%), proteína bruta (27,02%), extrato etéreo (3,66%), matéria mineral (3,34%) e carboidratos totais (65,41%) de cargas e, matéria seca (78,80%) e proteína bruta (25,89%) de pão de abelhas estão de acordo com o regulamento técnico para comercialização do pólen no Brasil. A composição polínica apresentou relação com os valores de matéria seca (*Piper* sp. e *Vernonia polyanthes*), proteína bruta (*Eucalyptus* sp., Fabaceae tipo 2 e *Myrcia* sp.), extrato etéreo (*Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. e *V. polyanthes*), matéria mineral (*Myrcia* sp.) e, com carboidratos totais (*Parthenium* sp. e *V. polyanthes*). Proteína bruta e extrato etéreo tenderam em se relacionar com indivíduos mais simétricos. A área ocupada dentro da colméia esteve relacionada com a quantidade de pólen coletado, riqueza e equitabilidade da composição polínica ($n=45$; $p\text{-valor}<0,05$). Com base nos resultados obtidos, conclui-se que, as famílias botânicas Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae e Myrtaceae são as mais importantes fontes polínicas em Piracicaba. A origem botânica do pólen apícola tem efeito sobre a sua qualidade físico-química. Os valores de proteína bruta, extrato etéreo, quantidade de pólen coletado, riqueza e equitabilidade da composição polínica influenciam positivamente o desenvolvimento de colônias.

Palavras-chave: Assimetria flutuante; Composição físico-química; Nutrição de abelha; Origem botânica; Produto apícola; Tipo polínico

ABSTRACT

Influence of pollen on the Africanized bee colonies development (*Apis mellifera* L.)

The knowledge of the apiarist pollen and its influence on the colonies development could contribute mainly for the improvement of the apiarist activity and for the quality control of the commercialized pollen for animal and human consumption. This assignment had as a goal to characterize the pollen in respect of the botanical origin, to determine physicochemical parameters and to relate it with the africanized bee colonies development (*Apis mellifera* L.), measured by the area size occupied with pollen, honey and breed inside the beehive (cm²) and the wings fluctuating asymmetry from the worker bees. The outside experiment was performed in the apiary of the Entomology and Acarology Department from the Agriculture College “Luiz de Queiroz” in Piracicaba, SP, where there were mounted five beehives of *A. mellifera* with a frontal pollen collector. The swabs were done in the four year seasons: fall (02/april to 28/may/2008), winter (09/july to 03/september/2008), spring (07/october to 02/december/2008) and summer (09/january to 06/march/2009). The apiary installation place presents predominance of Semidecidual Seasonal Forest vegetation (Atlantic Forest), but with wide cultivated areas, where it exist several agricultural crops and ornamental sites with trees and herbs. During the year, there were found 81 pollinical types in the intercepted pollen load, which belong to 32 botanical families. Bees bread presented 86 pollinical types, which belong to 34 botanical families, in that Fabaceae, Asteraceae and Malvaceae are the families with higher frequency of pollinical types (≥ 5 pollinical types) and, Myrtaceae, the family with high frequency of pollen seeds. The annual averages of dry matter (67.41%), crude protein (27.02%), ether extract (3.66%), mineral matter (3.34%) and total carbohydrates (65.41%) of loads and, dry matter (78.80%) and crude protein (25.89%) of bees bread are in accordance with the technical regulation for pollen commercialization in Brazil. The pollinical composition presented relation with the values of dry matter (*Piper* sp. and *Vernonia polyanthes*), crude protein (*Eucalyptus* sp., Fabaceae type 2 and *Myrcia* sp.), ether extract (*Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. and *V. polyanthes*), mineral matter (*Myrcia* sp.) and with total carbohydrates (*Parthenium* sp. and *V. polyanthes*). Crude protein and ether extract tended to relate to individuals more symmetrical. The area occupied within the hive was related to the amount of pollen collected, richness and evenness of pollen composition ($n=45$; $p\text{-value}<0.05$). According the results, it is concluded that the Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae and Myrtaceae botanical families are the most important polliniferous sources in Piracicaba. The botanical origin of apiarist pollen has effect on its physicochemical quality. The values of crude protein, ether extract, collected pollen quantity, richness and evenness of pollinical composition have positive influence in the colonies development.

Keywords: Fluctuating asymmetry; Physicochemical composition; Bee nutrition; Botanical origin; Apiarist products; Pollinical type

1 INTRODUÇÃO

A criação racional de abelhas representa uma importante atividade comercial, beneficiando o homem com produtos diretos, como o pólen, o mel, a própolis, a geléia real e a cera, utilizados principalmente para fins alimentícios, cosméticos e fármacos. A apicultura é também de extrema importância para a produção agrícola, pois as abelhas realizam a polinização, processo este necessário para a perpetuação e disseminação das espécies vegetais (GARY, 1992; WILLIAMS; OSBORNE, 2002).

O pólen, retirado das anteras das flores pelas abelhas campeiras, é transportado para a colméia através das corbículas ou cestos, localizadas no último par de pernas das operárias. Estas estruturas apresentam pêlos que ajudam na aderência do pólen para formar a carga (MICHENER, 1974). O resultado da análise polínica realizada em cargas de pólen, retidas pelos coletores instalados na entrada da colméia, ou armazenadas em células dos favos (pão de abelhas), são indicativos seguros do período de produção, origem botânica e geográfica do produto (VANDERHUCK, 1995; MARQUES-SOUZA, 1996; CARVALHO; MARCHINI; ROS, 1999). Neste trabalho considera-se ‘pão de abelhas’, as cargas de pólen depositadas nos favos, em alvéolos, geralmente próximo aos de cria, que passa por um processo de fermentação, devido ao acréscimo de secreções salivares produzidas pelas abelhas (COUTO; COUTO, 2006).

Tanto para as abelhas como para a nutrição humana, o pólen apícola vale pelo seu alto teor de proteína, além da presença de carboidratos, minerais, vitaminas, lipídios e enzimas (TODD; BRETHERICK, 1942; YOUSSEF et al., 1978; KROYER; HEGEDUS, 2001; FUNARI et al., 2003; ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005). No Brasil, a produção de pólen apícola iniciou-se de forma modesta no final da década de 80. Atualmente, o mercado favorável ao consumo de produtos naturais, complementares à dieta ou com efeitos terapêuticos, vem estimulando e promovendo essa modalidade da cadeia produtiva apícola (FUNARI; ROCHA; SFORCIN, 1998; BARRETO, 2004).

Além da disponibilidade de recursos protéicos nas proximidades do apiário, a produção de pólen apícola para consumo humano ou animal, exige do apicultor um manejo adequado das colméias tendo em vistas a mantê-las populosas e sadias (BARRETO, 2004). O desenvolvimento de uma colônia depende parcialmente da qualidade e da quantidade do recurso polínifero coletado pelas abelhas, uma vez que o pólen é essencial para a nutrição de larvas e adultos de *A.*

mellifera (DIETZ, 1992; ZERBO; MORAES; BROCHETTO-BRAGA, 2001). A composição e a quantidade do pólen, assim como outros fatores influentes no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas variam conforme as características ambientais, podendo apresentar padrões intrínsecos de uma determinada localidade ou mesmo do período do ano (YOUSSEF et al., 1978; REIS; MARCHINI, 1997; FUNARI et al., 2003).

No Brasil, estudos sobre o desenvolvimento de colônias africanizadas foram realizados em algumas regiões do país (KERR et al., 1970; REIS; MARCHINI, 1997; FUNARI; ROCHA; SFORCIN, 1998; PEREIRA et al., 2006). No entanto, a avaliação sazonal da influência da qualidade do pólen apícola sobre o desenvolvimento de colônias africanizadas, levando em consideração as características ambientais e parâmetros para a determinação da qualidade e quantidade do pólen coletado e armazenado (análises melissopalínológicas e físico-químicas) e para o desenvolvimento de colônias (assimetria flutuante das asas dos indivíduos, área ocupada com cria e alimento) são importantes, pois permitem o domínio de técnicas de avaliação do desenvolvimento de colônias e da qualidade do pólen, divulgam a composição do pólen apícola e a riqueza da flora regional, promovem um maior conhecimento sobre o comportamento forrageiro e o desenvolvimento de colônias africanizadas em regiões brasileiras. Além disso, contribuem na atividade apícola regional, sendo utilizado no manejo de colméias para direcionar atividades da apicultura migratória, auxiliar na elaboração de substitutos de pólen, determinar locais de instalação de apiários e definir o período de escassez de recurso protéico.

Desta maneira, este estudo objetivou caracterizar o pólen apícola coletado em diferentes estações climáticas do ano de acordo com a sua origem botânica (capítulo 2), determinar alguns parâmetros físico-químicos do pólen (capítulo 3) e, por fim, relacionar os parâmetros qualitativos avaliados com o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) (capítulo 4).

Referências

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PAMPLONA, L.C.; COIMBRA, S.; BARTH, O.M. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 18, p. 105-111, 2005.

BARRETO, L.M.R.C. **Pólen apícola brasileiro: perfil da produção, qualidade e caracterização organoléptica**. 2004. 150 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; ROS, P.B. Fontes de pólen utilizados por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 49-56, 1999.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193 p.

DIETZ, A. Nutrition of the adult honey bee. In: GRAHAM, J.M. (Ed.). **The hive and the honeybee**. Hamilton: Dadant, 1992. p. 125-156.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M. Coleta de pólen e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 552-554.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; FILHO, H.G.; CURI, P.R.; GOMES DIERCKX, S.M.A.; FUNARI, A.R.M.; OLIVEIRA ORSI, R. de. Composição bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Porto Rico, v. 11, n. 2, p. 88-93, 2003.

GARY, N.E. Activities and behavior of honey bee. In: GRAHAM, J.M. (Ed.). **The hive and the honey bee**. Hamilton: Dadant, 1992. p. 185-264.

KERR, W.E.; GONÇALVES, L.S.; BLOTTA, L.F.; MACIEL, H.B. Biologia Comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*) africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1., 1970, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 1970. p. 151-185.

KROYER, G.; HEGEDUS, N. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Vienna, v. 2, p. 171-174, 2001.

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

MICHENER, C.D. **The social behaviour of the bees**. Cambridge: Harvard University Press, 1974. 404 p.

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; VIEIRA NETO, J.M.; LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A.L.; CAMARGO, R.C.R. de. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2006.

REIS, V.D.A.; MARCHINI, L.C. Influência do meio ambiente no desenvolvimento biológico da abelha africanizada (*Apis mellifera* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1997. p. 66.

TODD, F.E.; BRETHERICK, O. The composition of pollens. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 35, n. 3, p. 312-317, 1942.

VANDERHUCK, M.G. Analisis palinologico de la mile y la carga de pollen colectada por *Apis mellifera* em el suroeste de Antioquia, Colômbia. **Boletín del Museo de Entomologia de la Universidad del Valle**, Cali, v. 3, n. 2, p. 35-54, 1995.

WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J.L. Bee behaviour and pollination ecology. In: INSTITUTE OF ARABLE CROPS RESEARCH. **Plant and invertebrate ecology**: annual report. Harpenden, 2002. p. 24-27.

YOUSSEF, A.M.; FARAG, R.S.; EWIES, M.A.; EL SHAKAA, S.M.A. Chemical studies on pollen collected by honeybees in Giza region, Egypt. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 17, n. 3, p. 110-113, 1978.

ZERBO, A.C.; MORAES, R.L.M.S.; BROCHETTO-BRAGA, M.R. Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera: Apidia, Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 129, p. 139-147, 2001.

2 ORIGEM BOTÂNICA DAS CARGAS DE PÓLEN E DO PÃO DE ABELHAS AMOSTRADOS SAZONALMENTE EM COLMÉIAS DE *Apis mellifera* (L.), PIRACICABA, SP

Resumo

O conhecimento da origem botânica do pólen apícola contribui para a qualificação dos produtos das abelhas oferecendo indicativos seguros do seu período de produção e origem geográfica. O presente trabalho objetivou identificar a origem botânica do pólen utilizado como recurso alimentar por *A. mellifera* durante as estações climáticas do ano, em Piracicaba, SP. Para tal, foram utilizadas cinco colméias de *A. mellifera* com coletores de pólen frontal localizadas no apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Amostras quinzenais de pão de abelhas e cargas de pólen foram coletadas durante as quatro estações climáticas do ano: outono (02/abr. a 28/maio/2008), inverno (09/jul. a 03/set./2008), primavera (07/out. a 02/dez./2008) e verão (09/jan. a 06/mar./2009). A preparação melissopalínológica das amostras foi pelo uso de acetólise, sendo identificados e contados aproximadamente 900 grãos de pólen por amostra. A partir da composição polínica foram calculadas a riqueza, agrupamento de Ward, e os índices de similaridade de Sorensen-Dice, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou. Ao longo do ano foram encontrados 81 tipos polínicos nas cargas de pólen interceptadas, pertencentes a 32 famílias botânicas. Para as amostras de pão de abelhas foram encontrados 86 tipos polínicos, pertencentes a 34 famílias botânicas, sendo Fabaceae, Asteraceae e Malvaceae as famílias com maior frequência de tipos polínicos (≥ 5 tipos polínicos) e, Myrtaceae a família com dois tipos polínicos (*Eucalyptus* sp. e *Myrcia* sp.) entre os oito mais frequentes nas amostras ($>10\%$). Para cargas de pólen a maior riqueza foi no verão (49 tipos polínicos), e a maior diversidade (1,43) e equitabilidade (0,56) na primavera. As maiores similaridades ocorreram dentro da mesma estação para cargas de pólen e pão de abelhas, exceto para o outono. Pelos resultados obtidos, as famílias botânicas Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae e Myrtaceae são consideradas as mais importantes fontes poliníferas em Piracicaba, sendo a primavera a estação mais promissora para a produção de pólen apícola com característica heteroflora.

Palavras chave: Composição polínica; Família botânica; Fonte polinífera; Melissopalínologia

Abstract

The knowledge of the apiarist pollen botanical origin contributes for the bee products qualification offering safe indicatives of its production period and geographical origin. This assignment had as a goal to identify the botanical origin from the pollen that was used as feeding resource by *A. mellifera* during the year seasons in Piracicaba, SP. To achieve this, there were used five *A. mellifera* beehives with frontal pollen collectors located in the apiary of the Entomology and Acarology Department from the Agriculture College “Luiz de Queiroz”. Biweekly bees bread and pollen loads samples were collected during the four year seasons: fall

(02/april to 28/may/2008), winter (09/july to 03/september/2008), spring (07/october to 02/december/2008) and summer (09/january to 06/march/2009). The melissopalynological samples preparation occurred by the use of acetolysis, being identified and counted about 900 pollen seeds per sample. From the pollinical composition there were calculated the richness, Ward grouping, and the Sorensen-Dice similarity levels, Shannon-Wiener diversity and Pielou evenness. During the year there were found 81 pollinical types in the intercepted pollen loads, which belong to 32 botanical families. For the bees bread samples there were found 86 pollinical types, which belong to 34 botanical families, in that Fabaceae, Asteraceae and Malvaceae are the families with higher frequency of pollinical types (≥ 5 pollinical types) and Myrtaceae the family with two pollinical types (*Eucalyptus* sp. and *Myrcia* sp.) among the eight most frequent in the samples ($>10\%$). For the pollen loads, the higher richness was in summer (49 pollinical types), and the higher level of diversity (1.43) and evenness (0.56) was in spring. The greatest similarities occurred into the same season for the pollen loads and for the bees bread, except for the fall. By the results, the Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae and Myrtaceae botanical families are considered as the most important polliniferous sources in Piracicaba, and spring the most promising season for the apiarist pollen production with heterofloral aspects.

Keywords: Pollinical composition; Botanical family; Polliniferous source; Melissopalynology

2.1 Introdução

A palavra Palinologia foi criada em 1945 por Hyde & Williams para designar o estudo morfológico do pólen e dos esporos, bem como de sua dispersão e aplicações. A partir de Erdtman, em 1952, o termo Palinologia foi definido como a ciência que trata das paredes dos grãos de pólen e esporos e não de seu interior vivo (SALGADO-LABOURIAU, 1973). Na análise polínica, necessária para estudos palinológicos, os caracteres morfológicos dos grãos de pólen e esporos são apresentados por meio de descrições, empregando a terminologia polínica, e ao mesmo tempo acompanhados por representações gráficas através de desenhos e fotomicrografias (BARTH, 1989).

A Palinologia como toda ciência, apresenta aspectos básicos e aplicados. A Palinologia básica mantém relação com outros ramos da ciência como Citologia, Genética, Física, Química e Matemática. A Palinologia aplicada relaciona-se com estudos de reconstrução de ambientes passados através da correlação estratigráfica de camadas sedimentares, localização de linhas de costa, estudos de evolução vegetal, taxonomia, filogenia, datação de artefatos e agricultura do homem pré-histórico, composição do ar atmosférico, diagnose dos produtos apícolas entre outros (MELHEM, 1978; MODESTO; MELHEM, 1982; ROUBIK; MORENO, 1991). Desta maneira, a Palinologia aplicada pode se relacionar diretamente com as mais diversas áreas podendo auxiliar

investigações retrospectivas, assim como direcionar atividades preventivas (SILVEIRA, 1996; BARTH, 1998).

Na Entomologia, a Palinologia tem sido utilizada para estudos nutricionais, comportamentais e ecológicos das ordens Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera e Hymenoptera. O pólen pode ser usado para determinar os mecanismos de polinização, os recursos de forrageamento, as rotas de migração e locais de procedência de insetos e de outros polinizadores (JONES; JONES, 2001).

De acordo com Barth (2004), a curiosidade científica sobre a origem dos produtos elaborados pelas abelhas, como as vantagens comerciais em determinar sua qualidade, estimulou as atividades com o uso do conhecimento da morfologia de grãos de pólen como uma ferramenta de investigação. A aplicação da Palinologia à caracterização da flora e dos produtos apícolas tais como mel, própolis, cargas de pólen e geléia real, é conhecida como Melissopalínologia. Esta ciência preocupa-se basicamente com quatro áreas da Melitologia: (a) determinação de espectros polínicos e palinológicos de sedimentos obtidos de mel; (b) identificação do pólen coletado pelas abelhas em suas corbículas; (c) caracterização da origem temporal e geográfica da própolis (SANTANA, 2003); e (d) origem temporal e geográfica da geléia real (BARTH, 2005).

O uso da análise polínica, visando o conhecimento da qualidade dos produtos de abelhas, também tem sido utilizada e muito contribuído para o desenvolvimento regional da atividade apícola no Brasil. Estes estudos, no entanto, são ainda incipientes para as necessidades produtivas, e podem ser utilizados como ferramenta em investigações com objetivos ainda não explorados e para a continuidade de trabalhos já iniciados, visando o melhor conhecimento e aproveitamento dos recursos apícolas disponíveis, a melhoria da qualidade e o aumento da quantidade dos produtos das abelhas. Desta maneira, o presente trabalho objetivou identificar a origem botânica do pólen utilizado como recurso alimentar por *A. mellifera*, durante as estações climáticas do ano, em Piracicaba, SP.

2.2 Material e Métodos

O experimento de campo foi desenvolvido no apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo,

Piracicaba, São Paulo. O local de instalação do apiário apresenta domínio de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica), porém com amplas áreas antropizadas, onde existem cultivos agrícolas e canteiros ornamentais com árvores e ervas. Foram instaladas cinco colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera* L.) em caixas tipo Langstroth, inicialmente com um ninho para postura da rainha e armazenamento de mel e pólen. Em cada colméia foi acoplado permanentemente, durante cada período de coleta, um coletor de pólen tipo frontal (Anexo A1-A4), com uma porcentagem de retenção de $45 \pm 1,19$ grãos (média $\pm$ erro padrão da média). Dois meses antes do início das coletas (fevereiro de 2008), as rainhas foram substituídas por rainhas novas, e as colméias padronizadas quanto ao tamanho de sua população.

Cada período ou estação de coleta apresentou duração total de 57 dias cada uma, o que é equivalente a aproximadamente quatro gerações de *A. mellifera* africanizadas, conforme Kerr et al. (1970). As coletas foram realizadas no outono (02/abr./2008 a 28/maio/2008), inverno (09/jul./2008 a 03/set./2008), primavera (07/out./2008 a 02/dez./2008) e verão (09/jan./2009 a 06/mar./2009). Nestes períodos, o pão de abelhas foi coletado em intervalos quinzenais, com a retirada do pólen armazenado em alvéolos, de maneira aleatória e distribuída entre os favos. As cargas interceptadas nos coletores de pólen foram retiradas a cada dois dias, limpas por catação, secas a 45°C por 48 horas conforme indicado por Funari et al. (1998a), agrupadas por quinzena e armazenadas para posterior análise melissopalínológica.

A preparação melissopalínológica das amostras de cargas de pólen e do pão de abelhas foi conforme o método padrão americano, com o uso de acetólise (ERDTMAN, 1960) e a forma de subamostragem foi o recomendado para a determinação dos principais tipos polínicos ocorrentes numa amostra heterofloral (MODRO et al., 2009).

A identificação dos tipos polínicos baseou-se, principalmente, na coleção de referência de lâminas de microscopia da Palinoteca do Laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, assim como em catálogos especializados em morfologia polínica de espécies de diversas floras (BARTH, 1989; ROUBIK; MORENO, 1991; CARREIRA et al., 1996; COLINVAUX; OLIVEIRA; PATIÑO, 1999; MORETI et al., 2002; CARREIRA; BARTH, 2003; GIULIETTI; QUEIROZ, 2006). O termo utilizado para a identificação dos tipos polínicos não é relacionado ao Código Internacional de Nomenclatura Botânica e sim estabelece uma proximidade do material analisado a um determinado grupo taxonômico (JOOSTEN; KLERK, 2002), entretanto, a nomenclatura

científica utilizada seguiu as normas propostas pelo APG II (Angiosperm Phylogeny Group II), conforme Souza e Lorenzi (2008), sendo adotada a nomenclatura específica conforme TROPICOS.ORG (2010). Desta maneira, foram identificados e contados aproximadamente 900 grãos de pólen por amostra, sendo cada tipo polínico fotomicrografado, utilizando-se um fotomicroscópio Zeiss.

A análise dos resultados baseou-se em tabelas confeccionadas a partir dos tipos polínicos encontrados em amostras quinzenais de cargas de pólen e pão de abelhas e suas respectivas frequências nas quatro estações climáticas do ano. Foram calculados: a riqueza, pelo número total de tipos polínicos encontrados em cada estação; o índice de similaridade de Sorensen-Dice (DICE, 1945), por desconsiderar a ausência conjunta: form. (1); o índice de diversidade de Shannon e Wiever (1949) (H'): form.(2); e, a equitabilidade expressa pelo índice de Pielou (J'): form. (3) utilizando a form. (4) para o cálculo do H' máximo.

$$S_{(i,j)} = \frac{2a}{2a + b + c} \quad (1)$$

$$H' = -\sum p_i(\log p_i) \quad (2)$$

$$J' = \frac{H'(\text{observado})}{H' \text{ máximo}} \quad (3)$$

$$H' \text{ máximo} = \log S \quad (4)$$

Onde a é o número de marcas para os quais ambas as estações tiveram código 1 (presença), b é o número de códigos 0 para a estação i e 1 para a estação j , e c é o número de códigos 1 para a estação i e 0 para a estação j ; p_i é o valor de importância; $\log$ é o logaritmo neperiano; e, H' máximo é a diversidade máxima possível que pode ser observada se todas as espécies apresentarem igual abundância.

Foi realizada correlação de Spearman entre riqueza, diversidade e equitabilidade e os dados meteorológicos locais (Base de dados da estação convencional, Posto Agrometeorológico de Piracicaba, SP, Área de Física e Meteorologia, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ, USP) e, análise de agrupamento das estações pelos espectros polínicos obtidos em

amostras de cargas de pólen e em pão de abelhas, utilizando-se o método de Ward, cujo critério para a construção do dendograma, é a soma de quadrados entre os grupos formados (KHATTREE; NAIK, 2000).

2.3 Resultados e Discussão

Foram encontrados 81 tipos polínicos nas cargas de pólen interceptadas ao longo do ano, pertencentes a 32 famílias botânicas, sendo Fabaceae, Asteraceae e Malvaceae as famílias mais representadas, com riqueza maior ou igual a cinco tipos polínicos cada uma. Dos tipos polínicos identificados, a maioria (60,5%) foi mencionada como de importância apícola, em outros estudos na região sudeste do Brasil (Tabela 2.1; Anexo B).

Tabela 2.1 - Frequência de tipos polínicos identificados em cargas de pólen coletadas em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Alismataceae				
Alismataceae, tipo 1	0,507	0,005	-	-
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera</i> sp. ^{(N)(1)(5)}	0,016	0,635	-	-
<i>Amaranthus</i> sp. ^{(N)(1)}	0,027	-	-	-
<i>Chamissoa</i> sp. ^{(N)(1)}	-	-	-	0,465
Anacardiaceae				
<i>Anacardium occidentale</i> ^(N)	-	1,254	-	0,020
<i>Schinus</i> sp. ^{(N)(1)(5)}	-	0,011	-	0,005
<i>Spondias</i> sp. ^(N)	-	0,016	-	-
<i>Tapirira</i> sp. ^{(N)(2)}	-	0,406	0,010	0,086
Araceae				
Araceae, tipo 1	10,927	0,005	0,025	0,076
Araceae, tipo 2	-	0,016	-	-
Araceae, tipo 3	-	-	0,005	0,010

Tabela 2.1 - Frequência de tipos polínicos identificados em cargas de pólen coletadas em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Arecaceae				
Arecaceae, tipo 1	3,306	0,507	0,250	0,040
Arecaceae, tipo 2	-	-	4,928	0,071
<i>Astrocaryum</i> sp. ^(N)	3,023	4,008	3,939	0,121
Asteraceae				
<i>Ambrosia</i> sp. ^{(N)(1)}	-	-	-	0,040
<i>Bidens pilosa</i> ^{(N)(5)(6)}	0,021	0,288	-	-
<i>Elephantopus</i> sp. ^{(N)(2)}	-	0,021	-	-
<i>Emilia fosbergii</i> ^{(N)(1)}	-	-	0,045	0,056
<i>Gochnatia</i> sp. ^{(N)(1)(2)(5)(7)}	1,362	-	-	-
<i>Mikania cordifolia</i> ^{(N)(1)(5)(6)}	-	2,172	-	5,146
<i>Parthenium</i> sp. ⁽¹⁾⁽¹⁾	9,971	25,419	2,242	0,339
<i>Sonchus oleraceus</i> ^{(N)(5)}	-	-	0,020	0,010
<i>Vernonia polyanthes</i> ^{(N)(1)(2)(4)(5)(6)(7)}	-	8,998	-	0,005
Bignoniaceae				
Bignoniaceae, tipo 1	0,016	0,091	-	-
<i>Pyrostegia</i> sp. ^{(N)(5)}	-	0,021	-	-
Boraginaceae				
<i>Cordia trichotoma</i> ^{(N)(1)(2)(5)(6)}	-	-	0,005	0,035
Brassicaceae				
<i>Raphanus</i> sp. ^{(N)(1)(6)}	1,052	21,454	0,005	5,004
Cannabaceae				
<i>Celtis</i> sp. ^{(N)(2)(3)}	-	-	1,228	-
Cucurbitaceae				
<i>Cayaponia</i> sp. ^(N)	-	0,011	-	-
<i>Momordica</i> sp. ⁽¹⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾	0,096	-	-	-
Euphorbiaceae				
<i>Croton</i> sp. ^{(N)(2)(3)(4)(5)}	-	0,037	0,959	0,571
<i>Croton floribundus</i> ^{(N)(1)}	-	-	0,040	0,005
Fabaceae				
<i>Anadenanthera</i> sp. ^{(N)(1)(2)(3)(6)(7)}	0,224	-	13,635	0,253
<i>Bauhinia variegata</i> ^{(N)(6)}	-	0,101	-	-
<i>Caesalpinia</i> sp. ^(N)	-	-	-	0,005
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> ^{(N)(1)(3)(5)}	-	0,123	0,005	-
<i>Canavalia</i> sp.1 ^(N)	-	0,032	-	-
<i>Canavalia</i> sp.2 ^(N)	-	-	-	0,581
<i>Cenostigma</i> sp. ^(N)	-	-	-	0,040
<i>Centrosema</i> sp. ^(N)	-	-	0,514	0,005
<i>Delonix regia</i> ⁽¹⁾⁽¹⁾⁽⁵⁾	-	0,005	-	0,056

Tabela 2.1 - Frequência de tipos polínicos identificados em cargas de pólen coletadas em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
<i>Eriosema</i> sp. ^(N)	0,016	-	0,100	-
Fabaceae, tipo 1	0,139	0,005	-	-
Fabaceae, tipo 2	2,467	4,131	1,583	0,971
<i>Leucaena</i> sp. ^{(I)(1)(3)(5)}	38,272	1,142	28,838	2,760
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ^{(N)(5)(7)}	3,365	-	-	43,846
<i>Mimosa scabrella</i> ^(N)	-	-	-	2,366
Lamiaceae				
<i>Aegiphila</i> sp.1 ^(N)	0,182	-	0,030	-
<i>Hyptis</i> sp. ^{(N)(1)(2)(4)}	0,005	-	-	-
<i>Leonurus japonicus</i> ^{(I)(1)(5)}	-	0,037	0,005	-
Malpighiaceae				
Malpighiaceae, tipo 1	-	-	0,010	0,005
Malpighiaceae, tipo 2	-	-	-	0,076
Malvaceae				
<i>Ceiba</i> sp. ^(N)	-	-	0,005	0,005
<i>Chorisia speciosa</i> ^{(N)(1)(5)(7)}	0,037	-	-	0,020
<i>Dombeya</i> sp. ^{(I)(2)(5)(6)(7)}	0,005	0,096	-	-
Malvaceae, tipo 1	-	0,016	-	-
<i>Pachira aquatica</i> ^{(N)(1)(2)(5)}	0,043	-	-	0,010
Melastomataceae				
<i>Miconia</i> sp. ^{(N)(6)}	-	-	-	0,020
Moraceae				
<i>Morus</i> sp. ^{(I)(1)(5)}	0,005	-	0,160	1,107
Myrtaceae				
<i>Eucalyptus</i> sp. ^{(I)(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)}	16,385	14,884	13,770	17,495
<i>Myrcia</i> sp. ^{(N)(1)(2)(6)}	0,272	12,114	4,064	1,612
Oleaceae				
<i>Ligustrum</i> sp. ^{(I)(1)(6)}	-	0,128	0,015	0,005
Pinaceae				
<i>Pinus</i> sp. ^{(I)(1)}	-	-	-	0,005
Piperaceae				
<i>Piper</i> sp. ^{(N)(2)(7)}	0,593	0,080	18,293	0,278
Poaceae				
Poaceae, tipo 1	2,019	-	0,734	9,538
Poaceae, tipo 2	0,085	0,272	0,235	0,187
Poaceae, tipo 3	-	-	0,305	0,005
Polygonaceae				
<i>Antigonum leptopus</i> ^{(I)(1)(2)(6)(7)}	-	0,059	-	-

Tabela 2.1 - Frequência de tipos polínicos identificados em cargas de pólen coletadas em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	(conclusão)			
	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Proteaceae				
<i>Grevillea</i> sp. ^{(I)(1)}	0,005	-	-	0,005
Rhamnaceae				
<i>Hovenia dulcis</i> ^{(I)(1)(5)(6)}	-	-	0,015	-
Rubiaceae				
<i>Diodia</i> sp. ^(N)	-	-	0,030	-
Rubiaceae, tipo 1	-	-	0,005	0,005
Rutaceae				
<i>Citrus</i> sp.1 ^{(I)(1)(2)(3)(5)}	-	0,085	-	-
<i>Citrus</i> sp.2 ^{(I)(1)(2)(3)(5)}	-	0,144	-	-
Salicaceae				
<i>Casearia</i> sp. ^{(N)(1)}	5,298	-	-	-
Sapindaceae				
<i>Allophylus edulis</i> ^{(N)(5)}	-	0,806	-	-
<i>Paullinia</i> sp. ^{(N)(2)(6)}	-	-	-	0,015
<i>Serjania</i> sp.1 ^{(N)(1)(2)}	0,256	0,037	-	-
Theaceae				
<i>Gordonia</i> sp. ^(N)	-	-	-	0,005
Urticaceae				
<i>Cecropia</i> sp. ^{(N)(1)(2)(4)(7)}	-	0,326	3,819	6,612
Não identificado				
Não identificado, tipo 1	-	-	0,130	-
TOTAL	100	100	100	100
RIQUEZA	32	41	37	49
DIVERSIDADE (H')	1,37	1,28	1,43	1,35
EQUITABILIDADE (J')	0,55	0,50	0,56	0,50

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

- Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento.

(N) Gênero nativo no Brasil de acordo com Souza e Lorenzi (2008).

(I) Gênero introduzido no Brasil de acordo com Souza e Lorenzi (2008).

(1) Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletados por meliponíneos, Piracicaba, SP, jan-dez, 2005 (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

(2) Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *Apis mellifera*, Viçosa, MG, ago-dez, 2005 (MODRO, 2006).

(3) Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Piracicaba, SP, out-nov, 1996 (CARVALHO; MARCHINI; ROS, 1999).

(4) Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Viçosa, MG, abr-jun, 1998 (BARRETO, 1999).

(5) Gênero e/ou tipo polínico de plantas consideradas de interesse apícola, Piracicaba, SP, jan-dez, 1994 a 1997 (MARCHINI et al., 2001).

(6) Gênero e/ou tipo polínico de plantas consideradas de interesse apícola, Pindamonhangaba, SP, jan-dez, 1994-1997 (MARCHINI et al., 2001).

(7) Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Engenheiro Paulo de Frontin, RJ, jan-dez, 2000 (LUZ; THOMÉ; BARTH, 2007).

Os tipos polínicos mais freqüentes (>10%) nas cargas de pólen interceptadas durante o outono (2008) foram *Leucaena* sp., *Eucalyptus* sp. e Araceae tipo 1. No inverno, *Parthenium* sp., *Raphanus* sp., *Eucalyptus* sp. e *Myrcia* sp. Na primavera, *Leucaena* sp., *Piper* sp., *Eucalyptus* sp. e *Anadenanthera* sp. foram os mais freqüentes e no verão, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Eucalyptus* sp. (Tabela 2.1; Anexo B).

A riqueza de tipos polínicos foi maior no verão, mas a primavera apresentou maior diversidade com menor dominância de tipos polínicos em relação às demais estações. Assim, podemos considerar a primavera a estação com maior potencial para a produção de pólen apícola heterofloral em Piracicaba. No inverno e verão observa-se a maior dominância de tipos polínicos, confirmando a importância de *Parthenium* sp., *Raphanus* sp., *Eucalyptus* sp., *Myrcia* sp. e *Mimosa caesalpiniiifolia* como recursos polínicos nestas estações. De acordo com Modro (2006), ao maximizar o forrageamento em fontes mais produtivas, as abelhas apresentam uma característica importante para seleção de colônias com maior fidelidade ou dependência à aprendizagem, o que seria interessante em trabalhos relacionados à polinização de plantas específicas.

Embora não tenha apresentado nenhum valor significativo, a composição polínica das cargas de pólen apresentou uma tendência em se relacionar positivamente com a temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 2.2), o que confirma a importância de trabalhos sazonais nas diversas regiões do Brasil para o conhecimento dos recursos poliníferos disponíveis (BARRETO, 1999; BARTH, 2004; MODRO, 2006).

Tabela 2.2 - Coeficiente de Spearman (n=56) entre os dados meteorológicos locais e a composição polínica de pão de abelhas e cargas de pólen coletados em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Composição polínica		Dados meteorológicos ⁽¹⁾			
		Precipitação (mm)	Umidade (%)	Vento (km/h)	Temperatura (°C)
Cargas de pólen	Riqueza	0,0385	0,1295	-0,0991	0,1101
	Diversidade	0,0346	0,1815	0,0098	0,1062
	Equitabilidade	0,0577	0,1910	0,0263	0,1240
Pão de abelhas	Riqueza	-0,1014	-0,1819	0,1791	-0,0599
	Diversidade	-0,0257	-0,0783	-0,0153	0,0206
	Equitabilidade	-0,0885	-0,1202	0,0289	0,0266

⁽¹⁾Dados meteorológicos obtidos na Base de dados da estação convencional do Posto Agrometeorológico de Piracicaba, ESALQ, USP.

Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

- Valor de correlação negativo

Ramalho et al. (1985) consideram fontes entre 1% a 10% de representação de pólen como potencial ou recurso secundário com pouca atratividade. Conforme os autores, estes tipos polínicos podem, eventualmente, servir como um complemento para as necessidades alimentares da colônia e se tornar importante para a manutenção de seu equilíbrio, por períodos limitados, quando o fornecimento de recursos está sujeita à variações sazonais. No presente estudo, alguns tipos polínicos foram representativos nas amostras quinzenais (maior do que 10%) e por isso também se destacaram: *Casearia* sp. e *Parthenium* sp. no outono; *Vernonia polyanthes* no inverno; Arecaceae, tipo 2 na primavera; e, *Cecropia* sp., Poaceae, tipo 1 e *Raphanus* sp., no verão (Tabela 2.3; Anexo C).

Tabela 2.3 - Tipos polínicos com frequência maior do que 10% nas amostras quinzenais em cargas de pólen e pão de abelhas, durante as quatro estações climáticas do ano, Piracicaba, SP

(continua)

Estação	Quinzena	Cargas de pólen (%)	Pão de abelhas (%)
Outono	02 a 16 de abril	<i>Leucaena</i> sp. (31,825)	<i>Eucalyptus</i> sp. (50,967)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (29,187)	<i>Parthenium</i> sp. (19,930)
		<i>Parthenium</i> sp. (11,911)	<i>Leucaena</i> sp. (13,797)
	17 a 30 de abril	<i>Leucaena</i> sp. (29,118)	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (36,173)
		<i>Parthenium</i> sp. (19,220)	<i>Eucalyptus</i> sp. (29,314)
		Araceae, tipo 1 (18,659)	Araceae, tipo 1 (13,422)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,992)	
	01 a 14 de maio	<i>Leucaena</i> sp. (44,208)	<i>Eucalyptus</i> sp. (52,752)
		<i>Casearia</i> sp. (16,882)	<i>Parthenium</i> sp. (14,079)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,339)	<i>Leucaena</i> sp. (11,144)
			Araceae, tipo 1 (11,365)
	15 a 28 de maio	<i>Leucaena</i> sp. (46,262)	<i>Eucalyptus</i> sp. (73,223)
		Araceae, tipo 1 (20,724)	<i>Parthenium</i> sp. (11,738)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (11,402)	
Inverno	09 a 22 de julho	<i>Parthenium</i> sp. (58,206)	<i>Parthenium</i> sp. (35,268)
		<i>V. polyanthes</i> (18,269)	<i>Eucalyptus</i> sp. (19,296)
			<i>V. polyanthes</i> (16,776)
	23 de julho a 06 de agosto	<i>Parthenium</i> sp. (42,007)	<i>Eucalyptus</i> sp. (50,962)
		<i>V. polyanthes</i> (16,854)	<i>Raphanus</i> sp. (23,699)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,226)	
	07 a 20 de agosto	<i>Myrcia</i> sp. (46,179)	<i>Myrcia</i> sp. (59,038)
		<i>Raphanus</i> sp. (30,132)	<i>Raphanus</i> sp. (17,837)
			<i>Eucalyptus</i> sp. (10,661)
	21 de agosto a 03 de setembro	<i>Raphanus</i> sp. (51,243)	<i>Raphanus</i> sp. (41,804)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (35,890)	<i>Eucalyptus</i> sp. (16,834)
			<i>Parthenium</i> sp. (11,116)
Primavera	07 a 21 de outubro	<i>Piper</i> sp. (38,191)	<i>Piper</i> sp. (54,344)
		<i>Anadenanthera</i> sp. (24,714)	<i>Anadenanthera</i> sp. (26,091)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (14,822)	
	22 de outubro a 04 de novembro	<i>Piper</i> sp. (30,315)	<i>Eucalyptus</i> sp. (35,446)
		<i>Anadenanthera</i> sp. (18,707)	<i>Anadenanthera</i> sp. (25,434)
		<i>Leucaena</i> sp. (13,489)	
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,867)	
	05 a 18 de novembro	<i>Leucaena</i> sp. (36,294)	<i>Leucaena</i> sp. (49,053)
		Arecaceae, tipo 2 (13,839)	<i>Eucalyptus</i> sp. (26,769)
		<i>Anadenanthera</i> sp. (11,704)	

Tabela 2.3 - Tipos polínicos com frequência maior do que 10% nas amostras quinzenais em cargas de pólen e pão de abelhas, durante as quatro estações climáticas do ano, Piracicaba, SP

(conclusão)			
Estação	Quinzena	Cargas de pólen (%)	Pão de abelhas (%)
Primavera	19 de novembro a 02 de dezembro	<i>Leucaena</i> sp. (61,414)	<i>Eucalyptus</i> sp. (39,684)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,386)	<i>Leucaena</i> sp. (31,523)
			<i>Croton</i> sp. (17,159)
Verão	9 a 23 de janeiro	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (29,015)	<i>Eucalyptus</i> sp. (28,660)
		<i>Cecropia</i> sp. (19,909)	<i>Raphanus</i> sp. (16,000)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (14,396)	
	24 de janeiro a 06 de fevereiro	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (57,636)	<i>Eucalyptus</i> sp. (40,733)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (12,953)	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (33,229)
	07 a 20 de fevereiro	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (46,527)	<i>Eucalyptus</i> sp. (41,243)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (26,728)	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (37,015)
	21 de fevereiro a 06 de março	<i>M. caesalpiniiifolia</i> (38,242)	<i>Eucalyptus</i> sp. (54,832)
		<i>Eucalyptus</i> sp. (18,888)	<i>Leucaena</i> sp. (18,299)
		<i>Raphanus</i> sp. (16,269)	
		Poaceae, tipo 1 (10,173)	

Em amostras de pão de abelhas foram encontrados 86 tipos polínicos no decorrer das quatro estações, pertencentes a 34 famílias botânicas, sendo Fabaceae, Asteraceae e Malvaceae as famílias mais representadas, ou seja, com riqueza maior ou igual a cinco tipos polínicos cada uma. Dos tipos polínicos identificados, a maioria (64,0%) também foi mencionada como flora polinífera em outros estudos na região sudeste do Brasil (Tabela 2.4; Anexo B).

Tabela 2.4 - Frequência de tipos polínicos observados em pão de abelhas coletados no interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	(continua)			
	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Alismataceae				
Alismataceae, tipo 1	0,339	-	-	0,106
Amaranthaceae				
<i>Alternanthera</i> sp. ^{(N)(1)(5)}	0,026	2,749	-	-
<i>Amaranthus</i> sp. ^{(N)(1)}	-	0,010	0,007	0,044
<i>Chamissoa</i> sp. ^{(N)(1)}	-	-	-	0,011

Tabela 2.4 - Frequência de tipos polínicos observados em pão de abelhas coletados no interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Anacardiaceae				
<i>Anacardium occidentale</i> ^(N)	-	0,511	-	-
<i>Schinus</i> sp. ^{(N)(1)(5)}	0,007	0,960	1,366	0,261
<i>Spondias</i> sp. ^(N)	-	0,026	-	-
<i>Tapirira</i> sp. ^{(N)(2)}	-	-	-	0,072
Araceae				
Araceae, tipo 1	7,913	0,104	-	-
Araceae, tipo 2	-	-	0,007	-
Araceae, tipo 3	-	-	0,007	0,028
Arecaceae				
Arecaceae, tipo 1	0,007	0,433	0,092	0,578
Arecaceae, tipo 2	-	0,016	0,644	0,572
<i>Astrocaryum</i> sp. ^(N)	1,069	0,647	2,068	0,106
Asteraceae				
<i>Ambrosia</i> sp. ^{(N)(1)}	0,020	-	-	0,078
<i>Bidens pilosa</i> ^{(N)(5)(6)}	0,411	1,116	-	0,078
<i>Elephantopus</i> sp. ^{(N)(2)}	-	-	-	0,039
<i>Emilia fosbergii</i> ^{(N)(1)}	-	0,078	0,013	0,011
<i>Gochnatia</i> sp. ^{(N)(1)(2)(5)(7)}	3,663	-	-	-
<i>Mikania cordifolia</i> ^{(N)(1)(5)(6)}	0,117	0,589	0,020	3,238
<i>Parthenium</i> sp. ⁽¹⁾⁽¹⁾	12,423	13,175	1,313	0,317
<i>Sonchus oleraceus</i> ^{(N)(5)}	-	-	-	0,006
<i>Vernonia polyanthes</i> ^{(N)(1)(2)(4)(5)(6)(7)}	-	5,628	-	-
Bignoniaceae				
Bignoniaceae, tipo 1	0,013	-	-	-
<i>Pyrostegia</i> sp. ^{(N)(5)}	-	0,016	-	-
Boraginaceae				
<i>Cordia trichotoma</i> ^{(N)(1)(2)(5)(6)}	0,391	-	0,355	0,056
Brassicaceae				
<i>Raphanus</i> sp. ^{(N)(1)(6)}	0,039	20,473	-	4,466
Cannabaceae				
<i>Celtis</i> sp. ^{(N)(2)(3)}	-	-	0,315	-
Convolvulaceae				
<i>Jacquemontia</i> sp. ^{(N)(5)}	0,013	-	-	-

Tabela 2.4 - Frequência de tipos polínicos observados em pão de abelhas coletados no interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Euphorbiaceae				
<i>Croton</i> sp. ^{(N)(2)(3)(4)(5)}	0,007	0,021	4,485	2,394
<i>Croton floribundus</i> ^{(N)(1)}	-	-	0,033	0,006
Fabaceae				
<i>Anadenanthera</i> sp. ^{(N)(1)(2)(3)(6)(7)}	0,046	-	16,771	0,678
<i>Bauhinia variegata</i> ^{(N)(6)}	-	0,016	-	-
<i>Caesalpinia</i> sp. ^(N)	0,052	0,010	0,013	0,056
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> ^{(N)(1)(5)}	-	0,005	-	-
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> ^{(N)(5)}	-	-	-	0,011
<i>Canavalia</i> sp.1 ^(N)	0,007	-	-	-
<i>Canavalia</i> sp.2 ^(N)	-	0,005	0,053	-
<i>Cenostigma</i> sp. ^(N)	-	-	-	0,122
<i>Delonix regia</i> ^{(I)(1)(5)}	-	-	0,013	0,022
<i>Eriosema</i> sp. ^(N)	-	-	0,053	-
Fabaceae, tipo 1	0,013	-	-	-
Fabaceae, tipo 2	1,890	2,676	1,904	1,355
<i>Leucaena</i> sp. ^{(I)(1)(3)(5)}	8,767	0,360	19,207	7,177
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ^{(N)(5)(7)}	12,736	-	0,144	21,002
<i>Mimosa scabrella</i> ^(N)	-	-	0,026	3,011
Lamiaceae				
<i>Aegiphila</i> sp.1 ^(N)	0,007	-	0,007	-
<i>Aegiphila</i> sp.2 ^(N)	-	-	0,013	0,022
<i>Hyptis</i> sp. ^{(N)(1)(2)(4)}	0,007	0,026	0,013	0,006
<i>Leonurus japonicus</i> ^{(I)(1)(5)}	-	3,594	0,007	0,094
Malpighiaceae				
Malpighiaceae, tipo 1	0,007	-	-	-
Malvaceae				
<i>Bombacopsis</i> sp.1 ^(N)	0,007	-	-	-
<i>Bombacopsis</i> sp.2 ^(N)	0,007	-	-	-
<i>Chorisia speciosa</i> ^{(N)(1)(5)(7)}	0,007	0,016	-	0,128
<i>Dombeya</i> sp. ^{(I)(2)(5)(6)(7)}	-	0,094	-	-
<i>Pachira aquatica</i> ^{(N)(5)}	0,052	-	0,020	0,022
<i>Sida</i> sp. ^{(N)(1)(2)(3)(4)}	-	0,016	-	-
Melastomataceae				
<i>Miconia</i> sp. ^{(N)(6)}	-	0,057	0,236	0,222
<i>Tibouchina</i> sp. ^{(N)(1)(5)(6)}	0,007	-	-	-

Tabela 2.4 - Frequência de tipos polínicos observados em pão de abelhas coletados no interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Moraceae				
<i>Morus</i> sp. ^{(I)(1)(5)}	0,013	-	0,013	0,872
Myrtaceae				
<i>Eucalyptus</i> sp. ^{(I)(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)}	47,908	24,296	24,880	40,454
<i>Myrcia</i> sp. ^{(N)(1)(2)(6)}	0,202	18,063	3,881	0,700
Oleaceae				
<i>Ligustrum</i> sp. ^{(I)(1)(6)}	-	0,005	0,026	-
Pinaceae				
<i>Pinus</i> sp. ^{(I)(1)}	-	0,026	-	-
Piperaceae				
<i>Piper</i> sp. ^{(N)(2)(7)}	0,326	0,010	18,865	2,016
Poaceae				
Poaceae, tipo 1	0,834	0,083	0,184	5,366
Poaceae, tipo 2	0,091	-	0,026	0,239
Poaceae, tipo 3	-	-	0,033	0,061
Polygonaceae				
<i>Antigonum leptopus</i> ^{(I)(1)(2)(6)(7)}	-	0,089	-	-
Rhamnaceae				
<i>Hovenia dulcis</i> ^{(I)(1)(5)(6)}	-	-	0,466	-
Rubiaceae				
<i>Diodia</i> sp. ^(N)	0,007	-	0,007	-
Ruscaceae				
<i>Dracaena</i> sp. ^{(I)(6)}	0,007	-	-	-
Rutaceae				
<i>Citrus</i> sp.1 ^{(I)(1)(2)(3)(5)}	0,033	0,068	0,007	0,028
<i>Citrus</i> sp.2 ^{(I)(1)(2)(3)(5)}	-	-	-	0,006
Salicaceae				
<i>Casearia</i> sp. ^{(N)(1)}	0,417	0,005	-	-
Sapindaceae				
<i>Allophylus edulis</i> ^{(N)(5)}	-	1,570	-	-
<i>Paullinia</i> sp. ^{(N)(2)(6)}	-	0,016	-	-
<i>Serjania</i> sp.1 ^{(N)(1)(2)}	0,065	0,016	-	-
<i>Serjania</i> sp.2 ^{(N)(1)(2)}	-	0,647	-	-
Solanaceae				
<i>Datura</i> sp. ^{(I)(2)}	0,007	-	0,007	0,394
Solanaceae, tipo 1	-	-	0,525	0,178

Tabela 2.4 - Frequência de tipos polínicos observados em pão de abelhas coletados no interior de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, nas estações de outono (2008), inverno (2008), primavera (2008) e verão (2009), Piracicaba, SP

Família/Tipo polínico	Estação			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Theaceae				
Gordonia sp. ^(N)	-	0,146	-	0,006
Urticaceae				
Cecropia sp. ^{(N)(1)(2)(4)(7)}	0,026	1,528	1,149	3,233
Verbenaceae				
Lantana camara ^{(N)(4)(6)}	-	-	-	0,028
Não identificado				
Não identificado, tipo 1	-	-	0,729	0,028
Não identificado, tipo 2	-	0,005	-	-
TOTAL	100	100	100	100
RIQUEZA	44	45	44	50
DIVERSIDADE (H')	1,11	1,33	1,26	1,34
EQUITABILIDADE (J')	0,46	0,49	0,48	0,48

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

- Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento.

^(N) Gênero nativo no Brasil de acordo com Souza e Lorenzi (2008).

⁽¹⁾ Gênero introduzido no Brasil de acordo com Souza e Lorenzi (2008).

⁽¹⁾ Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletados por meliponíneos, Piracicaba, SP, jan-dez, 2005 (ALMEIDA-ANACLETO, 2007).

⁽²⁾ Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *Apis mellifera*, Viçosa, MG, ago-dez, 2005 (MODRO, 2006).

⁽³⁾ Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Piracicaba, SP, out-nov, 1996 (CARVALHO; MARCHINI; ROS, 1999).

⁽⁴⁾ Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Viçosa, MG, abr-jun, 1998 (BARRETO, 1999).

⁽⁵⁾ Gênero e/ou tipo polínico de plantas consideradas de interesse apícola, Piracicaba, SP, jan-dez, 1994 a 1997 (MARCHINI et al., 2001).

⁽⁶⁾ Gênero e/ou tipo polínico de plantas consideradas de interesse apícola, Pindamonhangaba, SP, jan-dez, 1994-1997 (MARCHINI et al., 2001).

⁽⁷⁾ Gênero e/ou tipo polínico encontrado em amostras de pólen coletado por *A. mellifera*, Engenheiro Paulo de Frontin, RJ, jan-dez, 2000 (LUZ; THOMÉ; BARTH, 2007).

No outono os tipos polínicos mais freqüentes (>10%) foram *Eucalyptus* sp., *Mimosa caesalpinifolia* e *Parthenium* sp. No inverno destacaram-se, *Eucalyptus* sp., *Raphanus* sp., *Myrcia* sp. e *Parthenium* sp. Na primavera, *Eucalyptus* sp., *Leucaena* sp., *Piper* sp. e *Anadenanthera* sp., e no verão, *Eucalyptus* sp. e *Mimosa caesalpinifolia* (Tabela 2.4; Anexo B).

Os tipos polínicos que se destacaram nas amostras quinzenais foram: Araceae, tipo 1 e *Leucaena* sp. no outono; *Vernonia polyanthes* no inverno; *Croton* sp. na primavera; e, *Leucaena* sp. e *Raphanus* sp. no verão (Tabela 2.3; Anexo C). Para pão de abelhas, o verão foi a estação com maior diversidade e riqueza de tipos polínicos, embora a maior equitabilidade tenha ocorrido no inverno, o que difere dos índices calculados para cargas (Tabela 2.1; Tabela 2.4).

Tanto em cargas de pólen como em pão de abelhas, o verão foi a estação com maior riqueza de recursos poliníferos, seguido do inverno, primavera e outono. O pólen armazenado pode representar os recursos polínicos ofertados em dias antecedentes ao da coleta, além disso, é possível que haja uma contaminação dos alvéolos pelo pólen armazenado e utilizado em outras estações, conforme também observado para mel por Fernandez e Ortiz (1994); Barreto (1999), para geléia real por Barth (2005) e, para própolis por Santana (2003), o que justifica a ocorrência de uma maior riqueza de tipos polínicos nas amostras de pão de abelhas em relação as cargas de pólen.

Observa-se que, entre os tipos polínicos cuja origem geográfica foi determinada, a maioria é de gêneros nativos no Brasil (77,33%), mas os gêneros introduzidos se destacam pela alta frequência de grãos de pólen nas amostras, como *Leucaena* sp., *Eucalyptus* sp. e *Parthenium* sp. Neste sentido, a vegetação no entorno dos apiários atua como um importante fator para a determinação dos recursos apícolas explorados pelas abelhas (MODRO, 2006). A alta frequência de grãos de pólen provenientes dos poucos gêneros exóticos forrageados confirma a grande atratividade que estas plantas exercem sobre as abelhas, seja pelo número de plantas na área, flores por planta, qualidade ou acessibilidade aos recursos oferecidos (FREE, 1967).

Outro aspecto a ser considerado é que, sendo o gênero *Apis* introduzido nas Américas, aspectos evolutivos podem influenciar no comportamento forrageiro. De acordo com Page Júnior et al. (1995); Calderone e Page Júnior (1996); Funari et al. (1998b); Pankiw, Tarpy e Page Júnior (2002), além de fatores ambientais, a coleta de recurso pode estar relacionada com as características genéticas intrínsecas das abelhas demonstrando preferência de flora pela colônia. Reforçando esta hipótese, Oliveira e Cunha (2005) mencionam que, no Brasil as abelhas africanizadas nidificam principalmente em áreas urbanas e formações vegetacionais abertas ou adulteradas, onde há maior possibilidade de ocorrência de plantas exóticas, sendo dificilmente vistas ou coletadas no interior de florestas densas. Desta maneira, a introdução de plantas de origem exótica, pode contribuir para o melhor desenvolvimento de abelhas africanizadas no

Brasil, mas afetam negativamente a biodiversidade de espécies vegetais e de abelhas nativas (AGOSTINI; SAZIMA, 2003).

Entre os oito tipos polínicos mais frequentes, seis apresentaram tamanhos considerados pequenos, como seguem: *Eucalyptus* sp. (MELHEM et al., 2003: *E. globulus* $\pm 17 \times 26 \mu\text{m}$), *Mimosa caesalpiniiifolia* (BARTH, 1974: *M. caesalpiniiifolia* $\pm 14,5 \times 10 \mu\text{m}$), *Myrcia* sp. (BARTH; BARBOSA, 1972: *M. bicarinata* $\pm 10,5 \times 24,5 \mu\text{m}$), *Piper* sp. (BARTH; BARBOSA, 1975: *P. lindbergii* $\pm 14,5 \times 13 \mu\text{m}$), *Raphanus* sp. (HIDALGO; FERNÁNDEZ, 1996: *R. sativus* $\pm 29,2 \times 26,2 \mu\text{m}$) e *Parthenium* sp. (MELHEM; SILVESTRE; MAKINO, 1979: *P. hysterophorus* $\pm 21,2 \times 21,7 \mu\text{m}$). Estes tipos polínicos podem ser considerados super-representados nas amostras, devido ao método de contagem utilizado para análises melissopalínológicas, onde toma-se apenas o número de grãos presentes na amostra e despreza-se a área ocupada por cada grão de pólen. Neste sentido, *Anadenanthera* sp. (BURIL; SANTOS; ALVES, 2010: *A. colubrina* $\pm 38,2 \times 34,5 \mu\text{m}$) e *Leucaena* sp. (MORETI et al., 2007: *L. pallida* $\pm 59,0 \times 45,0 \mu\text{m}$) merecem destaque, pois o seu tamanho médio, garante uma contagem representativa dos grãos de pólen na amostra. A ponderação da proporção pelo tamanho ou o volume do grão de pólen é uma estratégia importante a ser considerada nas análises melissopalínológicas (TASEI, 1973; SILVEIRA, 1991; BIESMEIJER et al., 1992; MODRO et al., 2009). Sua prática, no entanto, atualmente é inviável, pois os estudos em taxonomia, onde são medidos os diâmetros polar e equatorial de cada tipo polínico, ainda são incipientes para o Brasil, dada a diversidade botânica encontrada em todo o território nacional com seus diferentes biomas.

Fabaceae, Asteraceae e Malvaceae foram as famílias botânicas com maior representação, em número de tipos polínicos diferentes. Myrtaceae apresentou dois tipos polínicos entre os oito mais frequentes sendo, portanto, considerada como um recurso de grande interesse apícola em Piracicaba, como também constatado anteriormente por Carvalho, Marchini e Ros (1999) e por Marchini et al. (2001). De acordo com estudos realizados na região sudeste sob domínio da Mata Atlântica, confirma-se a importância (maior riqueza de tipos polínicos) das famílias Fabaceae (foram consideradas: Fabaceae, Caesalpinaceae e Mimosaceae) e Asteraceae como recurso para abelhas em Minas Gerais (BARRETO, 1999; MODRO, 2006), Rio de Janeiro (BARTH; LUZ, 1998; LUZ; THOMÉ; BARTH, 2007) e São Paulo (MARCHINI et al., 2001; ALMEIDA-ANACLETO, 2007). Estes resultados demonstram a influência das características botânicas

regionais, com suas interferências antrópicas, e as preferências alimentares inerentes de *A. mellifera* no seu comportamento para a coleta de pólen.

Ressalta-se que, Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae e Myrtaceae são famílias comumente observadas em canteiros ornamentais, campos sujos e em áreas cultivadas. Esses locais são conhecidos como manchas de recursos alimentares e têm a característica de possuir vários indivíduos da mesma espécie vegetal e estas com muitas flores por indivíduo, características importantes na atração de insetos visitantes e polinizadores, como *A. mellifera* (STRUCK, 1994; BARTH; LUZ, 1998; GOULSON, 1999).

Analisando a similaridade entre a composição polínica, observa-se que, os maiores valores ocorreram entre as estações mais próximas, tanto para pão de abelhas (primavera e verão, verão e outono) quanto para cargas de pólen (primavera e verão, outono e inverno) (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Coeficiente de similaridade de Sorensen-Dice da composição polínica das cargas de pólen e do pão de abelhas entre as estações climáticas do ano, Piracicaba, SP

Amostras analisadas		Estação		
		Inverno	Primavera	Verão
Cargas de pólen	Outono	0,493	0,464	0,458
	Inverno	..	0,436	0,444
	Primavera	..	..	0,674
Pão de abelhas	Outono	0,517	0,568	0,596
	Inverno	..	0,523	0,526
	Primavera	..	..	0,766

Notas: Dados numéricos arredondados.
Sinais convencionais utilizados:
.. não se aplica dado numérico.

As amostras das cargas de pólen apresentaram a sequência de similaridade (do maior ao menor valor) na primavera (verão, outono e inverno) e no inverno (outono, verão e primavera) igual ao observado para pão de abelhas (Tabela 2.5). Foram mais similares a composição polínica dentro da mesma estação (Tabela 2.6), demonstrando a influência do pólen coletado sobre o pólen armazenado na colméia.

Tabela 2.6 - Coeficiente de similaridade de Sorensen-Dice para as estações climáticas do ano entre a composição polínica das cargas de pólen e do pão de abelhas, coletados por *Apis mellifera*, em Piracicaba, SP

Cargas de pólen	Pão de abelhas			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Outono	0,711	0,494	0,474	0,500
Inverno	0,541	0,674	0,424	0,484
Primavera	0,494	0,439	0,691	0,565
Verão	0,549	0,574	0,645	0,735

Notas: Dados numéricos arredondados.

Pelo dendograma, três grupos foram formados, onde apenas o outono (cargas e pão) manteve-se em grupos distintos (Figura 2.1). Este resultado corrobora com o coeficiente de Sorensen-Dice (Tabela 2.6), onde as maiores similaridades ocorreram dentro das mesmas estações para cargas de pólen e pão de abelhas, e indicam que o período de uma estação é suficiente para que o pólen coletado e armazenado seja consumido pelas abelhas. Este resultado pode ser sancionado pela afirmativa de que, o pólen é um produto estocado em pequena quantidade e está diretamente associado às necessidades da colméia, sendo que o estoque de pólen, a presença e a quantidade de cria na colônia são fatores determinantes para a coleta deste recurso pelas forrageiras (FREE; WILLIAMS, 1976; HELLMICH; ROTHENBUHLER, 1986; DRELLER; TARPY, 2000; CALDERONE; JOHNSON, 2002). O consumo diário de pólen pela colônia é baixo, com média de $3,65 \pm 1,36$ g por dia, e o pool polínico a ser consumido mais rapidamente depende, principalmente, da localização em que está armazenado dentro da colméia (TABER, 1973; PEREIRA et al., 2006).

Figura 2.1 - Dendrograma para análise de agrupamento, utilizando o método de Ward, realizada entre os tipos polínicos e suas respectivas frequências observadas em cada estação do ano, Piracicaba, SP. A linha horizontal pontilhada representa onde foi realizado o corte para a definição dos grupos

Devido à semelhança da composição polínica do pão de abelhas e das cargas de pólen, pode-se considerar desprezível a influência da ‘contaminação’ sobre as amostras de pólen armazenadas dentro das colméias, conforme anteriormente discutido (BARRETO, 1999; SANTANA, 2003; BARTH, 2005). Em detrimento de coletas diárias ou a cada dois dias exigidas para a amostragem do pólen pelas cargas interceptadas nos coletores acoplados as colméias, a coleta de pão de abelhas pode ser realizada em uma única visita ao apiário, o que minimiza os impactos negativos sobre as colméias, diminui o tempo e os esforços empenhados pelo pesquisador. Dispensa-se também o uso de coletores de pólen, reduzindo gastos com materiais de consumo e viagens a campo. Desta maneira, em estudos com o objetivo de levantar os tipos polínicos ofertados durante as estações do ano, considera-se representativa a coleta e análise polínica do pólen armazenado na colméia, o que torna tais estudos mais práticos, rápidos e econômicos.

2.4 Conclusões

Fabaceae, Asteraceae, Malvaceae e Myrtaceae são as famílias botânicas mais importantes como fontes poliníferas em Piracicaba, ao longo do ano.

Os tipos polínicos mais frequentes no período estudado são *Anadenanthera* sp., Araceae tipo 1, *Eucalyptus* sp., *Leucaena* sp., *Mimosa caesalpinifolia*, *Myrcia* sp., *Parthenium* sp., *Piper* sp. e *Raphanus* sp. Destacaram-se como recurso secundário Arecaceae, tipo 2, *Casearia* sp., *Cecropia* sp., *Croton* sp., Poaceae, tipo 1 e *Vernonia polyanthes*.

A estação mais promissora para a produção de pólen apícola com característica heterofloral é a primavera (maior diversidade e equitabilidade), mas o verão é a estação que apresenta a maior riqueza de recursos poliníferos.

Os gêneros nativos no Brasil contribuem com maior riqueza de tipos polínicos, mas os gêneros exóticos se destacam pela alta frequência de grãos coletados.

A composição polínica das cargas de pólen e pão de abelhas é similar dentro das estações. Assim, a análise do pão de abelhas em detrimento das cargas de pólen pode ser, portanto, uma alternativa mais rápida e econômica para os estudos palinológicos visando a determinação da origem botânica de pólen nas diferentes estações climáticas do ano.

Referências

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 335-343, 2003.

ALMEIDA-ANACLETO, D. de. **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo**. 2007. 133 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BARRETO, L.M.R.C. **Levantamento florístico e polínico e estudo melissopalínológico durante a principal safra da microrregião homogênea da Zona da Mata de Viçosa, MG**. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

BARTH, O.M. O pólen de *Mimosa caesalpiniaefolia* e *M. laticifera*. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 39, p. 143-151, 1974.

- _____. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 150 p.
- _____. Palinologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. p. 87-88.
- _____. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 342-350, 2004.
- _____. Botanical resources used by *Apis mellifera* determined by pollen analysis of royal jelly in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 44, n. 2, p. 78-81, 2005.
- BARTH, O.M.; BARBOSA, A.F. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional – XV Myrtaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 4, p. 467-196, 1972.
- _____. Catálogo sistemático dos polens das plantas arbóreas do Brasil Meridional – XX Chloranthaceae e Piperaceae. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.73, n.1/2, p. 101-108, 1975.
- BARTH; O.M.; LUZ, C.F.P. da. Melissopalynological data obtained from a mangrove área near to Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 37, n. 3, p. 155-163, 1998.
- BIESMEIJER, J.C.; MARWIJK, B. van; DEURSEN, K. van; PUNT, W.; SOMMEIJER, M.J. Pollen sources for *Apis mellifera* L. (Hym, Apidae) in Surinam, based on pollen grain volume estimates. **Apidologie**, Versailles, v. 23, p. 245-256, 1992.
- BURIL, M.T.; SANTOS, F.A.R. do; ALVES, M. Diversidade polínica das Mimosoideae (Leguminosae) ocorrentes em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 53-64, 2010.
- CALDERONE, N.W.; JOHNSON, B.R. The within-nest behaviour honeybee pollen foragers in colonies with a high or low need for pollen. **Animal Behaviour**, London, v. 63, p. 749-758, 2002.
- CALDERONE, N.W.; PAGE JÚNIOR, R.E. Temporal polyethism and behavioural canalization in the honey bee, *Apis mellifera*. **Animal Behaviour**, London, v. 51, p. 31-643, 1996.
- CARREIRA, L.M.M.; BARTH, O.M. **Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra dos Carajás, Pará**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003. 112 p.
- CARREIRA, L.M.M.; SILVA, M.F. da; LOPES, J.R.C.; NASCIMENTO, L.A.S. **Catálogo de pólen das leguminosas da Amazônia Brasileira**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 137 p. (Coleção Adolpho Ducke).

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; ROS, P.B. Fontes de pólen utilizados por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 49-56, 1999.

COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.E. de; PATIÑO, J.E.M. **Amazon pollen manual and atlas = Manual de atlas palinológico da Amazônia**. Amsterdam: Harwood Academic, 1999. 332 p.

DICE, L.R. Measures of the amount of ecologic association between species. **Ecology**, Tempe, v. 26, p. 297-302, 1945.

DRELLER, C.; TARPY, D.R. Perception of the pollen need by foragers in a honeybee colony. **Animal Behaviour**, London, v. 59, p. 91-96, 2000.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, Stockholm, v. 39, p. 561-564, 1960.

FERNANDEZ, I.; ORTIZ, L.P. Pollen contamination of honey by bees inside the hive. **Grana**, Stockholm, v.33, p. 282-285, 1994.

FREE, J.B. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. **Animal Behaviour**, London, v. 15, p. 134-144, 1967.

FREE, J.B.; WILLIAMS, I.H. The effect on the foraging behavior of honeybees of the relative locations of the hive entrance and brood combs. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 141-154, 1976.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; CURI, P.R. Número de bactérias em função do método de secagem do pólen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998a. p. 525-527.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; CURI, P.R.; PEROSA, J.M.Y. Coleta de pólen e produção de mel e própolis em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 55, n. 2, p. 189-193, 1998b.

GIULIETTI, A.M.; QUEIROZ, L.P. de. **Apium plantae**. Recife: IMSEAR, 2006. v. 3, 130 p.

GOULSON, D. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematic**, Jena, v. 2, n. 2, p. 185-209, 1999.

HELLMICH, R.L.; ROTHENBUHLER, W.C. Pollen hoarding and use by high and low pollen-hoarding honeybees during the course of brood rearing. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 25, n. 1, p. 30-34, 1986.

HIDALGO, R.; FERNÁNDEZ, I. Contribución al estudio morfológico del pólen de plantas hortícolas cultivadas em Andalucía. **Lagascalia**, Sevilla, v. 18, n. 2, p. 151-162, 1996.

JONES, G.D.; JONES, S.D. The uses of pollen and its implication for entomology. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 341-350, 2001.

JOOSTEN, H.; KLERK, P. What's in a name? some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 122, p. 29-45, 2002.

KHATTREE, R.; NAIK, D. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS Software**. Cary: SAS Institute, 2000. 588 p.

KERR, W.E.; GONÇALVES, L.S.; BLOTTA, L.F.; MACIEL, H.B. Biologia Comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*) africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbrid. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1., 1970, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 1970. p. 151-185.

LUZ, C.F.P.; THOMÉ, M.L.; BARTH, O.M. Recursos tróficos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) na região de Morro Azul do Tinguá, Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 29-36, 2007.

MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; TEIXEIRA, E.W.; SILVA, E.C.A. da; RODRIGUES, R.R.; SOUZA, V.C. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 413-420, 2001.

MELHEM, T.S. Palinologia: suas aplicações e perspectivas no Brasil. In: MUSEU PAULISTA. **Coletânea de estudos em homenagem a Annette Laming-Emperaire**. São Paulo, 1978. p. 325-368. (Coleção Museu Paulista, Série Ensaio, 2).

MELHEM, T.S.; SILVESTRE, M.S.F.; MAKINO, H. Grãos de pólen de plantas olerogénas: Compositae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 8, p. 73-100, 1979.

MELHEM, T.S.; CRUZ-BARROS, M.A.V.; CORRÊA, A.M.S.; MAKINO-WATANABE, H.; SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F.; ESTEVES, V.L.G. Variabilidade polínica em plantas de Campos de Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica**, São Paulo, v. 16, p. 1-104, 2003.

MODESTO, Z.M.M.; MELHEM, T.S. Agarista, Agauria e Leucothoe (Ericaceae): revisão palinotaxonômica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 5, p. 83-101, 1982.

MODRO, A.F.H. **Flora e caracterização polínifera das abelhas *Apis mellifera* L. na região de Viçosa, MG**. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MODRO, A.F.H.; MAIA, E.; SILVA, I.C. da; MESSAGE, D.; LUZ, C.F.P. da. Subamostragem de pólen apícola para análise melissopalínológica. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 709-714, 2009.

MORETI, A.C.C.C.; MARCHINI, L.C.; SOUZA, V.C.; RODRIGUES, R.R. **Atlas de pólen de plantas apícolas**. Rio de Janeiro: Papel e Virtual, 2002. 93 p.

MORETI, A.C.C.C.; FONSECA, T.C.; RODRIGUEZ, A.P.M.; MONTEIRO-HARA, A.C.B.A.; BARTH, O.M. Pólen das principais plantas da família Fabaceae com aptidão forrageira e interesse apícola. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 396-398, 2007.

OLIVEIRA, M.L.; CUNHA, J.A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.

PAGE JÚNIOR, R.E.; WADDINGTON, K.D.; HUNT, G.J.; FONDRK, M.K. Genetic determinants of honey bee foraging behaviour. **Animal Behaviour**, London, v. 50, p. 1617-1625, 1995.

PANKIW, T.; TARPY, D.R.; PAGE JÚNIOR, R.E. Genotype and rearing environment affect honeybee perception and foraging behavior. **Animal Behaviour**, London, v. 64, p. 663-672, 2002.

PEREIRA, F.M.; FREITAS, B.M.; VIEIRA NETO, J.M.; LOPES, M.T.R.; BARBOSA, A.L.; CAMARGO, R.C.R. de. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2006.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; CORTOPASSI-LAURINO, M. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, Versailles, v. 16, n. 3, p. 307-330, 1985.

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

SALGADO-LABOURIAU, M.L. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1973. 268 p.

SANTANA, A.G. **Produção de própolis por *Apis mellifera* L. (africanizadas) e avaliação do uso de pólen na determinação de sua origem botânica**. 2003. 48 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SILVEIRA, F.A. da. Influence of pollen grain volume on the estimation of the relative importance of its source to bees. **Apidologie**, Versailles, v. 22, p. 495-502, 1991.

_____. A importância da palinologia nos estudos apícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. **Anais...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p. 266-273.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704 p.

STRUCK, M. Flowers and their insect visitors in the arid winter rainfall region of surthern África: observations on permanent plots. Insect visitation behaviour. **Journal of Arid Environments**, London, v. 28, p. 51-74, 1994.

TABER, S. Influence of pollen location in the hive on its utilization by the honeybee colony. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 12, n. 1, p. 17-20, 1973.

TASEI, J.N. Comportement de nidification chez *Osmia (Osmia) cornuta* Latr et *Osmia (Osmia) rufa* L. (Hymenoptera, Megachilidae). **Apidologie**, Versailles, v. 4, p. 195-225, 1973.

TROPICOS.ORG. **Missouri Botanical Garden**. Disponível em: < <http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 22 nov. 2010.

3 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CARGAS DE PÓLEN E PÃO DE ABELHAS AMOSTRADOS SAZONALMENTE EM COLMÉIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.), PIRACICABA, SP

Resumo

A pouca informação sobre o valor nutricional do pólen durante as estações do ano, limita o conhecimento sobre o desenvolvimento de colônias, locais apropriados para a instalação de apiários, períodos de maior déficit de recurso protéico e sobre a qualidade de pólen apícola desidratado e comercializado para o consumo animal e humano. Este estudo objetivou caracterizar a composição físico-química do pólen coletado por *A. mellifera* em Piracicaba, SP. O experimento de campo foi realizado no apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em cinco colméias de *A. mellifera* com um coletor de pólen tipo frontal. As amostras de pão de abelhas e cargas de pólen foram quinzenais, sendo as porcentagens de matéria seca, extrato etéreo, matéria mineral, proteína bruta e carboidratos totais determinadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa-SP. Foi realizada a correlação de Spearman entre os parâmetros físico-químicos e a composição polínica das amostras. As médias dos valores físico-químicos foram comparadas pelo teste t. Os valores nutricionais para cargas de pólen foram: matéria seca (67,41%), proteína bruta (27,02%), extrato etéreo (3,66%), matéria mineral (3,34%) e carboidratos totais (65,41%). Para pão de abelhas foram: matéria seca (78,80%) e proteína bruta (25,89%). Em todas as estações do ano, o valor de matéria seca de pão de abelhas foi significativamente maior ($n=71$; $p\text{-valor}<0,05$) do que para cargas de pólen. Os valores de proteína bruta foram iguais ($n=71$; $p\text{-valor}>0,05$) para cargas e pão de abelhas. A composição polínica apresentou relação ($n=71$; $p\text{-valor}<0,05$) com os valores de matéria seca (*Piper* sp. e *Vernonia polyanthes*), proteína bruta (*Eucalyptus* sp., Fabaceae tipo 2 e *Myrcia* sp.), extrato etéreo (*Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. e *V. polyanthes*), matéria mineral (*Myrcia* sp.) e, com carboidratos totais (*Parthenium* sp. e *V. polyanthes*). Para cargas de pólen, os valores de proteína bruta e matéria mineral tenderam a diminuir com o aumento da riqueza, diversidade e equitabilidade da composição polínica. A umidade relativa do ar, temperatura e vento médios apresentaram relação com a composição físico-química do pólen coletado ($n=45$; $p\text{-valor}<0,05$). Conclui-se que, as cargas e pão de abelhas são semelhantes quanto ao valor protéico e que, a origem botânica, diversidade, equitabilidade e riqueza da composição polínica assim como as condições climáticas locais influenciam na qualidade nutricional do pólen apícola.

Palavras-chave: Composição nutricional; Estação climática; Origem botânica; Produto apícola; Tipo polínico

Abstract

The low level of information about the pollen nutritional value during the year seasons restricts the knowledge about the colonies development, appropriated places for the apiaries installation, periods of great deficit of proteinaceous resource and about the quality of the

dehydrated and commercialized apiarist pollen for the animal and human consumption. This study had as an aim to characterize the physicochemical composition from the pollen collected by *A. mellifera* in Piracicaba, SP. The outside experiment was developed in the apiary of the Entomology and Acarology Department from the Agriculture College “Luiz de Queiroz”, in five *A. mellifera* beehives with a frontal type pollen collector. The samples of the bees bread and the pollen loads were biweekly, being the percentages of dry matter, ether extract, mineral matter, crude protein and total carbohydrates determined in the Bromatology Lab from the Animal Science Institute of Nova-Odessa-SP. It was developed the Spearman correlation between the physicochemical parameters and the pollinical composition of the samples. The averages from the physicochemical values were compared by the t test. The nutritional values for the pollen loads were: dry matter (67.41%), crude protein (27.02%), ether extract (3.66%), mineral matter (3.34%) and total carbohydrates (65.41%). For the bees bread the values were: dry matter (78.80%) and crude protein (25.89%). In all the year seasons the bees bread dry matter value was meaningfully higher ($n=71$; $p\text{-value}<0.05$) than the one for the pollen loads. The crude protein values were the same ($n=71$; $p\text{-value}>0.05$) for the pollen loads and for the bees bread. The pollinical composition presented relation ($n=71$; $p\text{-value}<0.05$) with the values of dry matter (*Piper* sp. and *Vernonia polyanthes*), crude protein (*Eucalyptus* sp., Fabaceae type 2 and *Myrcia* sp.), ether extract (*Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. and *V. polyanthes*), mineral matter (*Myrcia* sp.) and for total carbohydrates (*Parthenium* sp. and *V. polyanthes*). For pollen loads, the crude protein and mineral matter values tended to reduce with the richness, diversity and pollinical composition evenness increasing. The relative air humidity, temperature and medium winds presented relation with the collected pollen physicochemical composition ($n=45$; $p\text{-valor}<0.05$). It is concluded that the pollen loads and the bees breads are very similar concerning their proteinaceous value and that the botanical origin, diversity, evenness and pollinical composition richness as well as the climatic conditions influence in the apiarist pollen nutritional quality.

Keywords: Nutritional composition; Climatic season; Botanical origin; Apiarist products; Pollinical type

3.1 Introdução

O pólen coletado das anteras de flores é essencial para a nutrição de abelhas *Apis mellifera*, provendo recurso de proteína principalmente para larvas e adultos (DIETZ, 1992; ZERBO; MORAES; BROCHETTO-BRAGA, 2001), além disso, o consumo de pólen pelas abelhas adultas, em função nutridora, é fundamental para a produção de geléia real, a partir da matéria liberada pela digestão do pólen, que é metabolizado pelas células de suas glândulas hipofaríngeas e mandibulares (CRAILSHEIM, 1990; SANTOS et al., 2005).

As características físico-químicas do pólen não seguem um rigoroso padrão, pois possuem grandes variações de cor e composição dependendo de sua origem botânica, idade e estado nutricional da planta e das condições ambientais, estas por sua vez podem variar conforme as

diferentes localidades, estações do ano e também de ano a ano (YOUSSEF et al., 1978; HERBERT JÚNIOR; MILLER-IHLI, 1987; DAY et al., 1990; FUNARI et al., 2003; BARRETO; FUNARI; ORSI, 2005; LEJA et al., 2007; MODRO et al., 2007; CARPES, 2008).

O conhecimento sobre a composição físico-química do pólen coletado em determinada região ou época do ano pode contribuir para a escolha do local de instalação de apiários, formulação e indicação de substitutos de pólen em período de escassez de recurso protéico e, auxiliar no controle de qualidade do pólen apícola desidratado e comercializado para o consumo animal e humano (TODD; BREATHERICK, 1942; ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005). Desta maneira, este estudo visou determinar alguns parâmetros físico-químicos do pólen coletado por abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em diferentes estações climáticas do ano em Piracicaba, SP.

3.2 Material e Métodos

O experimento de campo foi desenvolvido no apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. Foram instaladas cinco colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera* L.) em caixas tipo Langstroth, inicialmente com um ninho para postura da rainha e armazenamento de mel e pólen. Em cada colméia foi acoplado permanentemente, durante cada período de coleta, um coletor de pólen tipo frontal (Anexo A1-A4), com uma porcentagem de retenção de $45 \pm 1,19$ grãos (média $\pm$ erro padrão da média). Dois meses antes do início das coletas (fevereiro de 2008), as rainhas foram substituídas por rainhas novas, e as colméias padronizadas quanto ao tamanho de sua população.

Cada período ou estação de coleta apresentou duração total de 57 dias cada uma, o que é equivalente a aproximadamente quatro gerações de *A. mellifera* africanizadas, conforme Kerr et al. (1970). As coletas foram realizadas no outono (02/abr./2008 a 28/maio/2008), inverno (09/jul./2008 a 03/set./2008), primavera (07/out./2008 a 02/dez./2008) e verão (09/jan./2009 a 06/mar./2009). Nestes períodos, o pão de abelhas foi coletado em intervalos quinzenais, com a retirada do pólen armazenado em alvéolos, de maneira aleatória e distribuída entre os favos. As cargas interceptadas nos coletores de pólen foram retiradas a cada dois dias, limpas por catação, secas a 45°C por 48 horas conforme indicado por Funari et al. (1998), agrupadas por quinzena e armazenadas para posteriores análises melissopalínológica e físico-química.

A preparação melissopalínológica das amostras de cargas de pólen e do pão de abelhas foi conforme o método padrão americano, com o uso de acetólise (ERDTMAN, 1960), e a forma de subamostragem foi o recomendado para a determinação dos principais tipos polínicos ocorrentes numa amostra de pólen heterofloral (MODRO et al., 2009).

A identificação dos tipos polínicos baseou-se, principalmente, na coleção de referência de lâminas de microscopia da Palinoteca do Laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, assim como em catálogos especializados em morfologia polínica de espécies de diversas floras (BARTH, 1989; ROUBIK; MORENO, 1991; CARREIRA et al., 1996; COLINVAUX; OLIVEIRA; PATIÑO, 1999; MORETI et al., 2002; CARREIRA; BARTH, 2003; GIULIETTI; QUEIROZ, 2006). O termo utilizado para a identificação dos tipos polínicos não é relacionado ao Código Internacional de Nomenclatura Botânica e sim estabelece uma proximidade do material analisado a um determinado grupo taxonômico (JOOSTEN; KLERK, 2002), entretanto, a nomenclatura científica utilizada seguiu as normas propostas pelo APG II (Angiosperm Phylogeny Group II), conforme Souza e Lorenzi (2008), sendo adotada a nomenclatura específica conforme TROPICAL.ORG (2010). Desta maneira, foram identificados e contados aproximadamente 900 grãos de pólen por amostra. Os tipos polínicos com participação menor do que 1% tiveram as suas frequências somadas e agrupadas para juntos comporem a mesma categoria, denominada ‘outros’, neste estudo.

As análises físico-químicas das amostras de cargas de pólen e de pão de abelhas foram realizadas conforme Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, São Paulo. Para as amostras de cargas de pólen foram determinadas as porcentagens de: matéria seca, o resíduo após secagem em estufa a 105°C; extrato etéreo, o material solúvel em éter de petróleo; matéria mineral, o resíduo de incineração; proteína bruta, pelo micro método de Kjeldahl; e, carboidratos totais, obtido pela diferença entre 100% e a somatória dos valores percentuais de proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo. Para pão de abelhas foram determinadas as porcentagens de: proteína bruta pelo micro método de Kjeldahl; e, matéria seca, o resíduo após secagem em estufa a 105°C. Em amostras com menos de 2 g foi calculado o valor de matéria seca a partir dos valores médios das demais amostras.

Foram calculadas as médias, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) dos valores da qualidade físico-química do pólen analisado. As médias de matéria seca e proteína

bruta entre as cargas de pólen e o pão de abelhas e, entre as quatro estações do ano, foram comparadas pelo teste t. A correlação de Spearman foi realizada entre (1) os valores físico-químicos do pólen e os dados meteorológicos locais (Base de dados da estação convencional, Posto Agrometeorológico de Piracicaba, SP, Área de Física e Meteorologia, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ, USP); (2) os valores de proteína bruta e matéria seca de cargas de pólen e pão de abelhas e, (3) os valores físico-químicos e a composição polínica, dada pelos os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e Riqueza. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003) e os testes foram aplicados ao nível de 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e Discussão

Em todas as estações do ano, o valor de matéria seca para pão de abelhas foi maior do que para cargas de pólen ($n=71$; $p\text{-valor}<0,05$). As cargas de pólen apresentaram maior valor de matéria seca no período de inverno, seguido da primavera, outono e verão (Tabela 3.1). Para o pão de abelhas a maior matéria seca foi na primavera, seguido do outono, inverno e verão (Tabela 3.2). Estes resultados demonstram, portanto, uma maior influência da umidade do ar sobre as amostras de cargas interceptadas na parte externa da colméia do que sobre o pólen armazenado como pão de abelhas, resultado confirmado pela forte relação existente entre matéria seca das cargas e a umidade relativa do ar ($n=45$; $p\text{-valor}<0,01$; $r_s=0,871$) e a ausência de relação entre pão de abelhas e a umidade relativa do ar ($n=45$; $p\text{-valor}>0,05$; $r_s=0,007$).

Tabela 3.1 - Parâmetros físico-químicos avaliados em cargas de pólen interceptadas no alvado de colméias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, durante as quatro estações do ano em Piracicaba, SP, 2008-2009

Estação	Amostra	Qualidade físico-química (%)				
		Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Matéria mineral	Carboidratos totais
Outono	02/abr. a 16/abr.	61,03	29,03	2,70	3,41	64,39
	17/abr. a 30/abr.	61,89	28,10	3,81	3,24	64,85
	01/maio a 14/maio	73,55	24,46	2,92	3,29	67,02
	15/maio a 28/maio	68,19	27,17	2,21	3,46	66,03
	Média±DP	66,16±8,51	27,19±2,97	2,96±1,53	3,35±0,19	65,57±1,70
	CV(%)	12,86	10,92	51,69	5,67	2,59
Inverno	09/jul. a 22/jul.	73,32	18,10	4,53	2,48	74,89
	23/jul. a 06/ago.	73,41	20,14	4,35	3,05	72,46
	07/ago. a 20/ago.	76,42	29,75	4,93	3,96	58,91
	21/ago. a 03/set.	76,06	28,34	5,85	3,77	59,54
	Média±DP	74,80±5,94	24,08±6,42	4,86±1,35	3,25±0,66	66,45±7,61
	CV(%)	7,94	26,66	27,78	20,31	11,45
Primavera	7/out. a 21/out.	70,73	29,70	3,56	3,39	63,35
	22/out. a 04/nov.	68,87	27,97	4,67	3,24	64,12
	05/nov. a 18/nov.	66,71	27,21	3,86	3,45	65,49
	19/nov. a 02/dez.	74,31	23,52	3,31	3,35	68,15
	Média±DP	70,16±5,01	27,10±4,04	3,88±1,23	3,36±0,21	65,28±2,94
	CV(%)	7,14	14,91	31,70	6,25	4,50
Verão	09/jan. a 23/jan.	64,75	26,22	3,11	3,22	67,74
	24/jan. a 06/fev.	55,65	29,22	2,76	3,38	64,64
	07/fev. a 20/fev.	52,44	32,99	2,9	3,61	62,74
	21/fev. a 06/mar.	61,25	30,48	3,08	3,45	62,22
	Média±DP	58,52±10,51	29,73±4,47	2,95±0,54	3,41±0,19	64,33±3,94
	CV(%)	17,96	15,03	18,30	5,57	6,12

Notas: Dados numéricos arredondados.
Coeficiente de variação (CV) e Desvio padrão (DP).

Tabela 3.2 – Parâmetros físico-químicos avaliados em pão de abelhas coletado em alvéolos de colméias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, durante as quatro estações do ano em Piracicaba, SP, 2008-2009

Estação	Amostra	Qualidade físico-química (%)	
		Matéria seca	Proteína bruta
Outono	16/abr.	78,79	26,38
	30/maio	78,79	26,75
	14/maio	78,79	26,03
	28/maio	78,79	27,49
	Média±DP	78,79±0,00	26,64±1,91
	CV(%)	0,00	7,17
Inverno	22/jul.	79,46	18,66
	06/ago.	78,79	24,87
	20/ago.	78,45	27,55
	03/set.	78,20	23,89
	Média±DP	78,73±1,00	23,74±4,29
	CV(%)	1,27	18,07
Primavera	21/out.	79,21	27,98
	04/nov.	78,98	27,34
	18/nov.	78,84	23,35
	02/dez.	78,96	22,99
	Média±DP	79,01±0,55	26,00±3,98
	CV(%)	0,70	15,31
Verão	23/jan.	78,48	22,27
	06/fev.	78,79	28,43
	20/fev.	78,79	29,80
	06/mar.	78,66	28,45
	Média±DP	78,68±0,37	27,17±4,62
	CV(%)	0,47	17,00

Notas: Dados numéricos arredondados.
Coeficiente de variação (CV) e Desvio padrão (DP).

Os valores de proteína bruta entre cargas e pão de abelhas estiveram relacionados de maneira positiva ($n=71$; $p\text{-valor}<0,01$; $r_s=0,7506$). Embora submetidas à temperatura ambiente, ação bacteriana, adição de secreções glandulares e mel para seu armazenamento, o valor protéico das cargas de pólen interceptadas e do pão de abelhas armazenado foram semelhantes em todas as estações do ano ($n=71$; $p\text{-valor}>0,05$), sendo os maiores valores protéicos encontrados no período de verão, seguido do outono, primavera e inverno (Tabelas 3.1 e 3.2). Este resultado demonstra a

eficiente conservação do pólen armazenado pelas abelhas, conforme também demonstrado por Vorst et al. (1982).

O inverno foi a estação em que o pólen apresentou maior valor de extrato etéreo e de carboidratos totais (Tabela 3.1). Comparando numericamente os dados do presente estudo com os obtidos anteriormente no mesmo apiário, entre 1999 e 2000, observa-se uma sutil oscilação na qualidade do pólen ao longo dos anos, sendo naquela ocasião registados maior porcentagem de proteína (22,3%) e lipídios (4,33%) no inverno, matéria seca (77,46%) no outono e cinzas (2,93%) na primavera. Observa-se ainda que, os valores médios aumentaram com o tempo para proteína (21,4%), cinzas (2,9%) e lipídios (3,6%), e diminuíram para matéria seca (76,3%) (MARCHINI; REIS; MORETI, 2006).

Para cargas de pólen, as médias anuais de matéria seca (67,41%), proteína bruta (27,02%), extrato etéreo (3,66%), matéria mineral (3,34%) e carboidratos totais (65,41%) e para pão de abelhas, matéria seca (78,80%) e proteína bruta (25,89%), estão de acordo com o regulamento técnico que estabelece os seguintes valores para a comercialização do pólen no Brasil: máximo de 4% de cinzas, extrato etéreo mínimo de 1,8% e proteína mínima de 8% (BRASIL, 2001). Os dados foram acima das médias obtidas para o estado de São Paulo para proteína e lipídios (16,03% e 3,61%, respectivamente) (BARRETO; FUNARI; ORSI, 2005) e de maneira particular em Botucatu (SP) (inverno e primavera de 1996), os valores para cargas foram maiores do que o presente estudo para matéria seca (75,9%) e extrato etéreo (5,1%) e menores para proteína bruta (26,2%) e matéria mineral (2,6%) (FUNARI et al., 2003).

A menor variação de matéria seca para cargas de pólen ocorreu na primavera, proteína bruta e carboidratos totais no outono e, de extrato etéreo e matéria mineral no verão (Tabela 3.1). Estudos desta natureza, podem auxiliar na obtenção de uma maior uniformização de produtos com características desejáveis pelo consumidor, servindo de suporte para escolha de locais e épocas de instalação de apiários comerciais (fixos ou migratórios) para a produção de pólen com uma composição específica ao longo da estação.

Embora o inverno ofereça maior rendimento ao apicultor, pois o pólen apresenta maior porcentagem de matéria seca, o período mais interessante para a produção de pólen apícola em Piracicaba foi o verão, apresentando a maior quantidade de pólen coletado (massa seca), cujos valores de proteínas e minerais também foram os maiores para a região (Tabela 3.1; Figura 3.1). Sendo o verão a estação mais quente do ano, a relação positiva entre a temperatura média e a

massa seca de pólen coletada pelas colméias estudadas ($n=45$; $p\text{-valor}<0,05$; $r_s=0,3257$) confirma este resultado.

Figura 3.1 - Média diária da massa seca (g) e erro padrão de amostras de cargas de pólen coletadas em colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), Piracicaba, SP, 2008-2009

Para matéria seca do pão de abelhas, matéria mineral e carboidratos totais das cargas de pólen, os dados foram semelhantes em todas as estações (Tabela 3.3). Observa-se também que, o verão foi a estação que mais se diferenciou das demais, quanto a qualidade físico-química do pólen. As diferenças ocorrentes entre as estações possivelmente refletem as oscilações na composição florística, conforme ressaltado por Schmidt, Thoenes e Levin (1987) e por Barreto, Funari e Orsi (2005).

Tabela 3.3 - Valor de probabilidade associado ao teste t (n=71) realizado em amostras de pão de abelhas e cargas de pólen coletados sazonalmente em Piracicaba, SP, 2008-2009

Amostras analisadas	Estações			
	Inverno	Primavera	Verão	
Pão de abelhas	Matéria seca			
	Outono	0,780	0,131	0,212
	Inverno	..	0,288	0,851
	Primavera	..	..	0,052
	Proteína bruta			
	Outono	0,012*	0,567	0,650
	Inverno	..	0,112	0,022*
	Primavera	..	..	0,425
	Cargas de pólen	Matéria seca		
Outono		0,001**	0,081	0,016*
Inverno		..	0,011*	0,000**
Primavera		..	..	0,000**
Proteína bruta				
Outono		0,060	0,936	0,042*
Inverno		..	0,085	0,003**
Primavera		..	..	0,059
Extrato etéreo				
Outono		0,001**	0,065	0,975
Inverno		..	0,027*	0,000**
Primavera		..	..	0,007**
Matéria mineral				
Outono		0,574	0,874	0,338
Inverno		..	0,531	0,343
Primavera		..	..	0,426
Carboidratos totais				
Outono		0,337	0,700	0,311
Inverno	..	0,279	0,165	
Primavera	..	..	0,514	

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

.. não se aplica dado numérico.

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Significativo a 1% de probabilidade.

A origem botânica do pólen exerce uma grande influência sobre a sua qualidade físico-química (BARRETO; FUNARI; ORSI, 2005), neste trabalho, obteve-se da matéria seca relação positiva com *Vernonia polyanthes*, proteína bruta com *Eucalyptus* sp., Fabaceae tipo 2 e *Myrcia* sp., extrato etéreo com *Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. e *V. polyanthes*, matéria mineral com *Myrcia* sp. e, carboidratos totais com *Parthenium* sp., *V. polyanthes* e ‘outros’ (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 – Correlação de Spearman (n=80) entre os parâmetros físico-químicos e os principais tipos polínicos de cargas de pólen interceptadas em colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Tipos polínicos	Composição físico-química (%)				
	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Matéria mineral	Carboidratos totais
<i>Anadenanthera</i> sp.	-0,065	0,113	0,201	0,116	-0,193
Araceae, tipo 1	-0,284*	0,030	-0,118	-0,083	0,043
Arecaceae, tipo 1	-0,009	-0,093	0,065	0,016	0,051
Arecaceae, tipo 2	-0,269*	-0,052	-0,010	0,112	-0,005
<i>Astrocaryum</i> sp.	0,187	-0,184	0,233*	0,060	0,114
<i>Casearia</i> sp.	-0,094	-0,057	-0,060	-0,173	0,072
<i>Cecropia</i> sp.	-0,195	-0,002	-0,085	0,090	-0,006
<i>Eucalyptus</i> sp.	-0,077	0,345***	-0,104	0,133	-0,300***
Fabaceae, tipo 2	-0,077	0,345***	-0,104	0,133	0,197
<i>Leucaena</i> sp.	-0,035	-0,124	-0,133	-0,152	0,142
<i>Mikania cordifolia</i>	-0,042	-0,180	0,159	-0,016	0,141
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	-0,042	-0,180	0,159	-0,016	-0,217
<i>Myrcia</i> sp.	-0,068	0,520***	0,060	0,417***	-0,542***
<i>Parthenium</i> sp.	0,170	-0,361***	0,451***	-0,224*	0,255*
<i>Piper</i> sp.	-0,095	0,094	-0,032	-0,020	-0,070
Poaceae, tipo 1	-0,636***	0,202	-0,259*	0,028	-0,138
<i>Raphanus</i> sp.	0,174	0,105	0,041	0,101	-0,068
<i>Vernonia polyanthes</i>	0,430***	-0,398***	0,386***	-0,186	0,307**
Outros	0,027	-0,407***	0,139	-0,162	0,343**

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Significativa a 1% de probabilidade.

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

A matéria seca do pão de abelhas esteve associada com *Piper* sp., e proteína bruta com *Eucalyptus* sp. e *Myrcia* sp. (Tabela 3.5). *Eucalyptus* sp. e *Myrcia* sp. foram relacionados positivamente com proteína bruta tanto para cargas quanto para pão de abelhas e confirmados por Modro et al. (2007, 2009), o mesmo ocorrendo para *V. polyanthes* e o extrato etéreo, carboidratos totais e matéria seca.

Tabela 3.5 - Correlação de Spearman (n=71) entre os parâmetros físico-químicos e os principais tipos polínicos de pão de abelhas coletados em colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Tipos polínicos	Composição físico-química (%)	
	Matéria seca	Proteína bruta
<i>Anadenanthera</i> sp.	0,170	0,138
Araceae, tipo 1	0,085	-0,173
<i>Cecropia</i> sp.	0,217	-0,055
<i>Croton</i> sp.	0,029	-0,280
<i>Eucalyptus</i> sp.	-0,246*	0,259*
Fabaceae, tipo 2	0,110	-0,090
<i>Leonurus japonicus</i>	-0,042	-0,483***
<i>Leucaena</i> sp.	0,232	-0,068
<i>Mikania cordifolia</i>	0,079	-0,217
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	-0,077	0,197
<i>Myrcia</i> sp.	-0,083	0,290*
<i>Parthenium</i> sp.	0,107	-0,254*
<i>Piper</i> sp.	0,281*	0,133
Poaceae, tipo 1	0,060	-0,047
<i>Raphanus</i> sp.	-0,416***	-0,063
<i>Vernonia polyanthes</i>	0,037	-0,410***
Outros	0,054	-0,479***

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

*Significativo a 5% de probabilidade.

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

A relação positiva existente entre a categoria ‘outros’ e carboidratos totais para cargas, e negativa para proteína bruta de cargas e de pão de abelhas confirmam a importância dos tipos polínicos de menor frequência (menor do que 1%) para a composição físico-química do pólen interceptado no alvado e do armazenado nos alvéolos. A tendência nos estudos de melissopalínologia é considerar apenas como contaminação os tipos polínicos com frequência menor do que 1% (BARRETO, 1999; SANTANA, 2003; BARTH, 2005), mas como visto, esta contaminação pode influenciar na qualidade do pólen apícola. Recomenda-se, portanto que, mesmo em pasto apícola onde haja dominância de algumas espécies botânicas, seja realizada a análise nutricional para a confirmação da qualidade do produto final. Além disso, Ramalho et al. (1985) consideram as fontes com representatividade polínica entre 1 e 10% como complementares as necessidades de alimento nas colônias e que podem se tornar importantes para

a manutenção do equilíbrio nutricional nos ambientes onde o suprimento de recursos florais estiver sujeito às variações sazonais. Para a nutrição das abelhas, Schmidt (1985) menciona que, a coleta distribuída em várias espécies de plantas garante um bom balanço nutricional e uma diluição da potencialidade tóxica de alcalóides e outras toxinas.

Por outro lado, observa-se a associação inversamente proporcional entre proteína bruta e os valores de riqueza, diversidade e equitabilidade, o mesmo ocorrendo para matéria mineral (Tabelas 3.6 e 3.7). Carboidratos totais apresentaram relação positiva com a riqueza e a diversidade de tipos polínicos (Tabela 3.7). Estes resultados confirmam a importância dos valores das correlações obtidos entre os principais tipos polínicos ocorrentes em uma amostra e a sua composição físico-química (Tabelas 3.4 e 3.5) no sentido de indicar plantas poliníferas com alta potencialidade para a produção de pólen apícola, cujas qualidades sejam almejadas pelo apicultor e/ou consumidor.

Tabela 3.6 - Correlação de Spearman (n=71) entre os parâmetros físico-químicos e os índices de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza da composição polínica de pão de abelhas coletado em colméias de *A. mellifera* africanizada em Piracicaba, SP, 2008-2009

Índice	Composição físico-química (%)	
	Matéria seca	Proteína bruta
Riqueza	0,143	-0,487***
Diversidade (H')	0,125	-0,604***
Equitabilidade (J')	0,121	-0,513***

Notas: Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

Tabela 3.7 - Correlação de Spearman (n=80) entre os parâmetros físico-químicos e os índices de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza da composição polínica de cargas de pólen interceptadas em colméias de *A. mellifera* africanizadas em Piracicaba, SP, 2008-2009

Índice	Composição físico-química (%)				
	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Matéria mineral	Carboidratos totais
Riqueza	-0,254*	-0,177	0,054	-0,239*	0,318**
Diversidade (H')	-0,171	-0,206	0,172	-0,338**	0,235*
Equitabilidade (J')	-0,123	-0,179	0,177	-0,287*	0,165

Notas: Dados numéricos arredondados.
 Sinais convencionais utilizados:
 *Significativo a 5% de probabilidade.
 **Significativa a 1% de probabilidade.
 - Valor de correlação negativo

Considerando a importância dos dados meteorológicos sobre o pólen (pão de abelhas e cargas de pólen), pode-se observar que, os valores de umidade relativa do ar apresentaram relação com os valores de proteína bruta, matéria mineral, extrato etéreo e carboidratos totais e, a temperatura média influenciou os valores de proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos totais (Tabela 3.8). Destaca-se que, o aumento dos valores de proteína bruta, matéria mineral e massa seca apresentou relação com altas temperaturas e umidade relativa do ar, características típicas do verão no Sudeste do Brasil, ratificando que esta estação é a mais promissora para a produção de pólen apícola para esta região. Desta maneira, confirma-se que a qualidade dos recursos disponíveis para as abelhas está condicionada a temperatura e umidade relativa e, portanto, que a qualidade dos produtos apícolas pode alterar conforme as estações do ano, as intempéries ambientais ocasionais e aos efeitos causados pela poluição e as mudanças climáticas, como o aquecimento global. Neste sentido, Müller et al. (2006) já haviam demonstrado preocupação com o futuro das diversas espécies de abelhas submetidas a destruição do habitat e as modernas práticas agrícolas.

Tabela 3.8 - Correlação de Spearman (n=45) entre os dados meteorológicos e a caracterização do pão de abelhas e cargas de pólen de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Caracterização do pólen		Dados meteorológicos ⁽¹⁾		
		Umidade relativa (%)	Vento médio (km/h)	Temperatura média (°C)
Pão de abelhas	Proteína bruta (%)	0,3333*	0,1208	0,3529*
Cargas de pólen	Proteína bruta (%)	0,3731*	0,2702	0,4136**
	Extrato etéreo (%)	-0,5389***	-0,0242	-0,3278 *
	Matéria mineral (%)	0,3243*	0,3068*	0,3174
	Carboidratos totais (%)	-0,3140*	-0,3377*	-0,3955**
	Massa seca (g)⁽²⁾	0,2088	-0,0542	0,3257*

Notas: ⁽¹⁾Dados meteorológicos obtidos na Base de dados da estação convencional do Posto Agrometeorológico de Piracicaba, ESALQ, USP.

⁽²⁾Valor total do massa seca (g) de cargas de pólen coletados em um período quinzenal.

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Significativo a 1% de probabilidade.

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo.

O vento médio apresentou relação com matéria mineral e carboidratos totais (Tabela 3.8). Se há contaminação por pólen dos produtos apícolas como mencionado por Oddo e Bogdanov (2004), é possível também que o vento influencie a composição nutricional do pólen apícola devido a sua exposição, por tempo indeterminado, ao ambiente aberto, principalmente na antera das flores e/ou no comportamento de coleta e armazenamento deste recurso.

3.4 Conclusões

As cargas de pólen apresentam maior umidade do que pão de abelhas, mas os valores de proteína bruta são iguais para ambas as amostras.

O verão é a estação mais promissora para a produção de pólen apícola, pois embora, tenha o menor rendimento em termos de matéria seca, apresenta a maior quantidade de pólen coletada (g), com maiores valores médios de proteína bruta e matéria mineral. O inverno, ao contrário, é a

estação com maior rendimento (matéria seca), maiores valores para extrato etéreo e carboidratos totais, mas com menor quantidade de massa seca coletada (g).

A origem botânica apresenta relação com os valores de matéria seca (*Piper* sp. e *Vernonia polyanthes*), proteína bruta (*Eucalyptus* sp., Fabaceae tipo 2 e *Myrcia* sp.), extrato etéreo (*Astrocaryum* sp., *Parthenium* sp. e *V. polyanthes*), matéria mineral (*Myrcia* sp.) e com carboidratos totais (*Parthenium* sp., *V. polyanthes* e ‘outros’).

A diversidade e riqueza estão relacionadas positivamente com carboidratos totais e, os menores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade causam o aumento de proteína bruta e matéria mineral.

A umidade relativa do ar, temperatura e vento médios apresentam relação com a composição físico-química do pólen coletado.

Referências

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PAMPLONA, L.C.; COIMBRA, S.; BARTH, O.M. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 18, p. 105-111, 2005.

BARRETO, L.M.R.C. **Levantamento florístico e polínico e estudo melissopalínológico durante a principal safra da microrregião homogênea da Zona da Mata de Viçosa, MG.** 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

BARRETO, L.M.R.C.; FUNARI, S.R.C.; ORSI, R.O. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 2, p. 167-175, 2005.

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

_____. Botanical resources used by *Apis mellifera* determined by pollen analysis of royal jelly in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 44, n. 2, p. 78-81, 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa n.3 de 2001.** Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pólen apícola. Ministério da Agricultura, Pecuária e do abastecimento. Disponível em <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/52/polen.htm>>. Acesso em: 10 de mar. 2006.

CARPES, S.T. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil.** 2008. 248 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CARREIRA, L.M.M.; BARTH, O.M. **Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra dos Carajás, Pará**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003. 112 p.

CARREIRA, L.M.M.; SILVA, M.F. da; LOPES, J.R.C.; NASCIMENTO, L.A.S. **Catálogo de pólen das leguminosas da Amazônia Brasileira**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 137 p. (Coleção Adolpho Ducke)

COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.E. de; PATIÑO, J.E.M. **Amazon pollen manual and atlas = Manual de atlas palinológico da Amazônia**. Amsterdam: Harwood Academic, 1999. 332 p.

CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie**, Versailles, v. 21, p. 417-429, 1990.

DAY, S.; BEYER, R.; MERCER, A.; OGDEN, S. The nutrient composition of honeybee-collected pollen in Otago, New Zealand. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 29, n. 3, p. 138-146, 1990.

DIETZ, A. Nutrition of the adult honey bee. In: GRAHAM, J.M. (Ed.). **The hive and the honeybee**. Hamilton: Dadant, 1992. p. 125-156.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, Stockholm, v. 39, p. 561-564, 1960.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; CURI, P.R. Número de bactérias em função do método de secagem do pólen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 525-527.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; FILHO, H.G.; CURI, P.R.; GOMES DIERCKX, S.M.A.; FUNARI, A.R.M.; OLIVEIRA ORSI, R. de. Composição bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Porto Rico, v. 11, n. 2, p. 88-93, 2003.

GIULIETTI, A.M.; QUEIROZ, L.P. de. **Apium plantae**. Recife: IMSEAR, 2006. v. 3, 130 p.

HERBERT JÚNIOR., E.W.; MILLER-IHLI, N.J. Seasonal variation of seven minerals in honey bee collected pollen. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 127, n. 5, p. 367-369, 1987.

JOOSTEN, H.; KLERK, P. What's in a name? some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 122, p. 29-45, 2002.

KERR, W.E.; GONÇALVES, L.S.; BLOTTA, L.F.; MACIEL, H.B. Biologia Comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*) africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbridadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1, 1970, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 1970. p. 151-185.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; WYZGOLIK, G.; KLEPACZ-BANIAK, J.; CZEKONSKA, K. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 237-240, 2007.

MARCHINI, L.C.; REIS, V.D.A. dos; MORETI, A.C.C.C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 949-953, 2006.

MODRO, A.F.H.; MESSAGE, D.; LUZ, C.F.P. da; MEIRA NETO, J.A.A. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1057-1065, 2007.

MODRO, A.F.H.; MAIA, E.; SILVA, I.C. da; MESSAGE, D.; LUZ, C.F.P. da. Subamostragem de pólen apícola para análise melissopalínológica. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 709-714, 2009.

MORETI, A.C.C.C.; MARCHINI, L.C.; SOUZA, V.C.; RODRIGUES, R.R. **Atlas de pólen de plantas apícolas**. Rio de Janeiro: Papel e Virtual, 2002. 93 p.

MÜLLER, A.; DIENER, S.; SCHNYDER, S.; STUTZ, K.; SEDIVY, C.; DORN, S. Quantitative pollen requirements of solitary bees: implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. **Biological Conservation**, Essex, v. 130, p. 604-615, 2006.

ODDO, L.P.; BOGDANOV, S. Determination of honey botanical origin: problems and issues. **Apidologie**, Versailles, v. 35, p. 2-3, 2004.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; CORTOPASSI-LAURINO, M. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, Versailles, v. 16, n. 3, p. 307-330, 1985.

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

SANTANA, A.G. **Produção de própolis por *Apis mellifera* L. (africanizadas) e avaliação do uso de pólen na determinação de sua origem botânica**. 2003. 48 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SANTOS, K.S.; SANTOS, L.D. dos; MENDES, M.A.; SOUZA, B.M. de; MALASPINA, O.; PALMA, M.S. Profiling the proteome complement of the secretion from hypopharyngeal gland of Africanized nurse-honeybees (*Apis mellifera* L.). **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 35, p. 85-91, 2005.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide statistics**. Cary, 2003.

SCHMIDT, J.O. Phagostimulants in pollen. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 24, n. 2, p. 107-114, 1985.

SCHMIDT, J.O.; THOENES, S.C.; LEVIN, M.D. Survival of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), fed various pollen sources. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 80, p. 176-183, 1987.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análises de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 704 p.

TODD, F.E.; BREITHERICK, O. The composition of pollens. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 35, n. 3, p. 312-317, 1942.

TROPICOS.ORG. **Missouri Botanical Garden**. Disponível em: < <http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 22 nov. 2010.

VORST, E. van der; MATTYS, J.; RYCKE, P.H. de; JACOBS, F.J. Comparative lipid composition of colony- and laboratory-stored pollen. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 21, n. 3, p. 174-177, 1982.

YOUSSEF, A.M.; FARAG, R.S.; EWIES, M.A.; EL SHAKAA, S.M.A. Chemical studies on pollen collected by honeybees in Giza region, Egypt. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 17, n. 3, p. 110-113, 1978.

ZERBO, A.C.; MORAES, R.L.M.S.; BROCHETTO-BRAGA, M.R. Protein requirements in larvae and adults of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera: Apidia, Meliponinae): midgut proteolytic activity and pollen digestion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Oxford, v. 129, p. 139-147, 2001.

4 INFLUÊNCIA DA QUALIDADE POLÍNICA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.)

Resumo

O pólen é um recurso protéico utilizado na alimentação de larvas e também por abelhas adultas logo após a sua emergência até o início da síntese de geléia real para alimentação da cria e da rainha. A qualidade do pólen consumido pelas abelhas pode, portanto, interferir no desenvolvimento da colônia. O presente estudo objetivou avaliar a importância da qualidade do pólen sobre o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*A. mellifera* L.). O experimento de campo foi desenvolvido no Apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, onde foram instaladas cinco colméias de *A. mellifera* com um coletor de pólen tipo frontal. Para caracterizar o pólen foram utilizadas medidas de massa seca total (g) e a composição físico-química e polínica das amostras de cargas e pão de abelhas. O desenvolvimento das colônias foi avaliado pelo tamanho da área ocupada com pólen, mel e cria dentro da colméia (cm²) e a assimetria flutuante das asas de abelhas operárias. A correlação de Spearman foi calculada entre os parâmetros avaliados. Maiores valores de proteína bruta e extrato etéreo apresentaram tendência em se relacionar com indivíduos mais simétricos para quatro características avaliadas. A quantidade de pólen coletada não apresentou relação com a sua qualidade físico-química (n=45; p-valor>0,05). A área ocupada dentro da colméia esteve relacionada com a quantidade de pólen coletado, riqueza e equitabilidade da composição polínica (n=45; p-valor<0,05). Conclui-se que, o desenvolvimento das colônias é melhor com os maiores valores de proteína bruta, extrato etéreo, quantidade de pólen coletado, riqueza e equitabilidade da composição polínica.

Palavras-chave: Assimetria flutuante; Composição físico-química; Nutrição de abelha; Pólen apícola

Abstract

Pollen is a proteinaceous resource used in the grubs feeding and also by adult bees after their emergency until the beginning of the royal jelly synthesis for the breed and the queen feeding. The pollen quality consumed by the bees could, however, interfere in the colony development. This study had as a goal to evaluate the importance of the pollen quality about the Africanized bee colonies development (*A. mellifera* L.). The outside experiment was developed in the apiary of the Entomology and Acarology Department from the Agriculture College “Luiz de Queiroz”, where there were installed five *A. mellifera* beehives with a frontal pollen type collector. To characterize the pollen were used measures of total dry mass (g) and the physicochemical and pollinical composition from the pollen loads and bees bread samples. The colonies development was evaluated by the area size occupied with pollen, honey and breed inside the beehive (cm²) and the wings fluctuating asymmetry from the worker bees. The Spearman correlation was calculated among the evaluated parameters. Higher values of crude protein and ether extract presented inclination of becoming linked with more symmetric individuals to the four of the evaluated characteristics. The collected pollen quantity did not

present relation with its physicochemical quality ($n=45$; $p\text{-value}>0.05$). The area occupied within the hive was related to the amount of pollen collected, richness and evenness of pollen composition ($n=45$; $p\text{-value}<0.05$). It is concluded that the colonies development is better with higher values of crude protein, ether extract, collected pollen quantity, richness and pollinical composition evenness.

Keywords: Fluctuating asymmetry; Physicochemical composition; Bee nutrition; Apiarist pollen

4.1 Introdução

Os insetos têm como exigências nutricionais básicas, aminoácidos, vitaminas e sais minerais (nutrientes essenciais) e carboidratos, lipídios e esteróis (nutrientes não essenciais), os quais devem ser adequadamente balanceados, especialmente na relação proteínas (aminoácidos): carboidratos (HUMAN et al., 2007; PARRA, 2007).

Em *A. mellifera*, a influência da qualidade e quantidade de alimentação no desenvolvimento pós-embrionário das fêmeas de abelhas é conhecida, pois apresentam polifenismo trófico, onde as condições ambientais modulam as taxas e os momentos de produção dos hormônios que controlam a metamorfose, ou até antes disto, o desenvolvimento dos órgãos larvais. As dietas das larvas são capazes de afetar a atividade dos *corpora allata* e das glândulas protorácicas afetando os títulos hormonais nas larvas, sendo que, praticamente não há nenhum processo de desenvolvimento que não seja regulado por hormônios, conforme revisado e discutido por Cruz-Landim (2004).

O pólen, por exemplo, é um alimento utilizado por larvas e também por abelhas adultas logo após a sua emergência até o início da síntese de geléia real para alimentação da cria e da rainha (CRAILSHEIM, 1992). Sabe-se que, a quantidade e composição do pólen podem modificar o comportamento das abelhas adultas, a fecundidade, a duração da vida das abelhas, o tamanho da área de cria e estoque de mel, a população das colônias e a qualidade do alimento larval (WALLER; CARON; LOPER, 1981; SCHMIDT; THOENES; LEVIN, 1987; SAGILI; PANKIW; ZHU-SALZMAN, 2005; TOTH et al., 2005; HOOVER; HIGO; WINSTON, 2006; HUMAN et al., 2007; MATTILA; OTIS, 2007). Ioirich (1986) atribue importância ao pólen mencionando que, em períodos de escassez deste recurso, e não havendo outra fonte de proteínas, a colônia de abelhas pode até mesmo ser extinta.

Considerando os fatores acima abordados, o presente estudo objetivou avaliar a importância da qualidade do pólen para o desenvolvimento das colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP.

4.2 Material e Métodos

Os parâmetros utilizados para caracterizar o pólen foram: massa seca total (g), os componentes nutricionais e a origem botânica das amostras de cargas e pão de abelhas. Para avaliar o desenvolvimento das colônias foram utilizados o tamanho da área ocupada com pólen, mel e cria dentro da colméia e a assimetria flutuante das asas de abelhas operárias em atividade no interior das colméias (módulo da diferença entre a medida das asas direita e esquerda). Para tanto, o experimento de campo foi desenvolvido no Apiário do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. Foram instaladas cinco colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera* L.) em caixas tipo Langstroth, com um ninho para postura da rainha e armazenamento de mel e pólen. Em cada colméia foi acoplado permanentemente, durante cada período de coleta, um coletor de pólen tipo frontal (Anexo A1-A4), com uma porcentagem de retenção de $45 \pm 1,19$ grãos (média $\pm$ erro padrão da média). Dois meses antes do início das coletas (fevereiro de 2008), as rainhas foram substituídas por rainhas novas, e as colméias padronizadas quanto ao tamanho de sua população.

Cada período ou estação de coleta apresentou duração total de 57 dias cada uma, o que é equivalente a aproximadamente quatro gerações de *A. mellifera* africanizadas, conforme Kerr et al. (1970). As coletas foram realizadas no outono (02/abr./2008 a 28/maio/2008), inverno (09/jul./2008 a 03/set./2008), primavera (07/out./2008 a 02/dez./2008) e verão (09/jan./2009 a 06/mar./2009). Nestes períodos, o pão de abelhas foi coletado em intervalos quinzenais, com a retirada do pólen armazenado em alvéolos, de maneira aleatória e distribuída entre os favos. As cargas interceptadas nos coletores de pólen foram retiradas a cada dois dias, limpas por catação, secas a 45°C por 48 horas conforme indicado por Funari et al. (1998a), agrupadas por quinzena e armazenadas para posteriores análises melissopalínológica e físico-química.

A análise melissopalínológica das amostras foi conforme o método padrão americano, com o uso de acetólise (ERDTMAN, 1960) e a forma de subamostragem foi o recomendado para

a determinação dos principais tipos polínicos ocorrentes numa amostra de pólen heterofloral (MODRO et al., 2009). A identificação dos tipos polínicos baseou-se, principalmente, na coleção de referência de lâminas de microscopia da Palinoteca do Laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, assim como em catálogos especializados em morfologia polínica de espécies de diversas floras (BARTH, 1989; ROUBIK; MORENO, 1991; CARREIRA et al., 1996; COLINVAUX; OLIVEIRA; PATIÑO, 1999; MORETI et al., 2002; CARREIRA; BARTH, 2003; GIULIETTI; QUEIROZ, 2006). Foram identificados e contados aproximadamente 900 grãos de pólen por amostra.

Os valores da composição físico-química do pólen foram obtidos através de análises de rotina realizadas conforme Silva e Queiroz (2002), no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa-SP. Para as amostras de cargas de pólen foram determinadas as porcentagens de matéria seca, extrato etéreo, matéria mineral, proteína bruta e carboidratos totais. Para pão de abelhas, proteína bruta e matéria seca. Em amostras com menos de 2 g foi calculado o valor de matéria seca a partir dos valores médios das demais amostras.

Em intervalos quinzenais, durante os períodos de coleta, foi avaliado o desenvolvimento das colônias de *A. mellifera* medindo-se a área de cria, mel e pólen pela técnica de Al-Tikrity et al. (1971) (Anexo A5-A6).

Dez abelhas operárias, em atividade no interior de cada colméia, foram coletadas quinzenalmente e fixadas em álcool 70% até a realização da análise morfométrica, onde lâminas para mensuração foram montadas temporariamente, sendo as asas anteriores e posteriores direita e esquerda destacadas e dispostas retilineamente entre duas lâminas histológicas. Conforme Silveira, Melo e Almeida (2002), foram mensurados, das asas anteriores direita e esquerda, os seguintes caracteres morfológicos: nervura subcostal radial, largura e comprimento da célula marginal, comprimento e largura total máximo da asa, comprimento da nervura médio cubital, comprimento da nervura cubital, comprimento da nervura anal, largura da 2ª célula medial. Nas asas posteriores direita e esquerda foram contados o número total de hâmulos (ANEXO D).

As medidas foram efetuadas em um microscópio estereoscópico Leica, contendo ocular micrométrica, e os resultados transformados para unidades milimétricas. Foram apresentados os valores médios, por estação, da assimetria flutuante e do tamanho da característica medida e do número de hâmulos.

Foi realizada correlação de Spearman entre o tamanho das áreas ocupadas com cria, mel e pólen, a assimetria flutuante das asas (os dados foram referentes as abelhas coletadas quinze dias após a coleta de pão de abelhas e cargas de pólen), os dados meteorológicos locais (Base de dados da estação convencional, Posto Agrometeorológico de Piracicaba, SP, Área de Física e Meteorologia, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ, USP), os valores das composições físico-química e polínica, dados pelos índices de diversidade de Shannon e Wiever (1949) (H'), equitabilidade expressa pelo índice de Pielou (J') e riqueza, quantificada pelo número total de tipos polínicos encontrados em cada estação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003) e os testes foram aplicados ao nível de 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e Discussão

A maior área ocupada com cria e mel foi obtida durante o outono, sendo o verão a estação com maior área com pólen (Figura 4.1). Analisando seqüencialmente a partir do início das avaliações em campo, observa-se uma redução acentuada da área ocupada dentro da colméia entre o outono e o inverno, permanecendo baixa durante a primavera com um aumento na área de pólen no verão. O maior armazenamento de pólen no verão associado a disponibilidade de recursos tróficos, talvez sejam dois dos fatores responsáveis pelo acréscimo da área de cria e mel durante o outono, baseados em estudo realizado por Al-Tikrity et al. (1972).

Figura 4.1 - Área média (cm²) ocupada com cria, mel e pólen por colméia de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) instaladas em Piracicaba, SP, 2008-2009

O tamanho das asas das abelhas apresentou os valores absolutos semelhantes entre as estações ($n=20$; $p\text{-valor}>0,05$), o que corrobora com os resultados obtidos por Herbert Júnior (1988) onde constatou que, o estresse nutricional não influencia nas medidas morfométricas das abelhas. No entanto, observa-se que, as medidas foram levemente maiores e mais simétricas na estação de outono (Tabela 4.1). Embora o tamanho das abelhas seja uma característica de alta herdabilidade (OLDROYD; RINDERER; BUCO, 1991), o tamanho associado a maior simetria das medidas das asas denotam uma maior estabilidade do desenvolvimento das abelhas, cujos indivíduos apresentam simetria bilateral. De acordo com Woods; Hercus e Hoffmann (1998), se a expressão de um caráter bilateral é produzida por um mesmo genoma, então qualquer assimetria entre os lados é uma consequência de distúrbio ambiental.

Tabela 4.1 - Valores médios das mensurações (medidas e contagem) e da assimetria flutuante para as características morfológicas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), Piracicaba, SP, 2008-2009

Características		Estação			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão
Hâmulos	N ⁽¹⁾	21,59±0,112	21,11±0,132	21,18±0,132	20,90±0,118
	A ⁽²⁾	1,179±0,071	1,448±0,102	1,256±0,074	1,284±0,089
Comprimento total	T ⁽³⁾	7,91±0,013	7,88±0,014	7,90±0,015	7,86±0,013
	A	0,057±0,003	0,059±0,004	0,055±0,003	0,058±0,004
Largura total	T	2,91±0,006	2,89±0,006	2,88±0,008	2,85±0,006
	A	0,038±0,002	0,045±0,003	0,044±0,003	0,045±0,004
Nervura subcostal radial	T	3,80±0,007	3,78±0,009	3,78±0,009	3,78±0,009
	A	0,075±0,004	0,094±0,006	0,100±0,006	0,087±0,006
Nervura médio cubital	T	2,08±0,005	2,06±0,005	2,05±0,006	2,05±0,006
	A	0,056±0,003	0,055±0,003	0,053±0,003	0,047±0,003
Nervura cubital	T	1,77±0,004	1,78±0,004	1,79±0,004	1,78±0,004
	A	0,025±0,001	0,025±0,001	0,026±0,002	0,023±0,001
Nervura Anal	T	3,88±0,007	3,86±0,007	3,86±0,008	3,85±0,008
	A	0,040±0,002	0,047±0,003	0,043±0,003	0,045±0,003
Comprimento da célula marginal	T	2,97±0,007	2,95±0,006	2,96±0,006	2,94±0,007
	A	0,036±0,002	0,037±0,002	0,034±0,002	0,037±0,002
Largura da célula marginal	T	0,45±0,002	0,44±0,002	0,44±0,002	0,44±0,002
	A	0,028±0,001	0,030±0,002	0,028±0,002	0,029±0,002
Largura da 2ª célula medial	T	0,81±0,002	0,80±0,003	0,80±0,003	0,78±0,003
	A	0,027±0,001	0,029±0,002	0,030±0,002	0,029±0,002

⁽¹⁾N: Média do número de hâmulos por asa; ⁽²⁾A: assimetria flutuante calculada a partir da diferença modular entre as medidas das asas direita e esquerda; ⁽³⁾T: Tamanho total da característica, medida em milímetros.

Sinais convencionais utilizados:

± Mais ou menos o erro padrão da média

O outono foi a estação com maior área ocupada dentro da colméia, maior simetria e tamanho das asas das abelhas (Tabela 4.1; Figura 4.1). Já o verão e o inverno, que foram as estações com pouca área ocupada dentro da colméia, apresentaram, respectivamente, menor tamanho das asas e maior assimetria em relação às abelhas coletadas nas demais estações, característica que denota desvio da simetria perfeita de um organismo com simetria bilateral (SOULÉ, 1979).

Estes resultados são robustecidos pela afirmativa de que, a assimetria flutuante e o tamanho de indivíduos podem refletir a instabilidade no desenvolvimento causada por estresse, o que no presente trabalho, pode ser em decorrência da quantidade de alimento disponível

(SCHEINER; CAPLAN; LYMAN, 1991; CLARKE, 1995; NOSIL; REIMCHEN, 2001; KANEGAE; LOMÔNACO, 2003).

Quanto maior a média da temperatura externa, menor foi a área ocupada com mel dentro da colméia (Tabela 4.2). Embora os insetos sejam animais pecilotérmicos, a atividade social das abelhas para controle de temperatura interna da colméia permite que elas sejam consideradas animais homeotérmicos facultativos (GALLO et al., 2002), mas para manter as condições favoráveis na colméia e também nas atividades de forrageamento, as abelhas necessitam de energia que é obtida principalmente pelo consumo de mel (HAYDAK, 1970). Além disso, a manutenção interna da temperatura implica no esforço de operárias que, em condições mais favoráveis, estariam desempenhando atividades de forrageamento de néctar, o que pode justificar a diminuição do estoque deste recurso em períodos mais quentes. Outro fator importante a ser considerado é a disponibilidade de recursos nectaríferos nestas estações, no entanto, este parâmetro não foi avaliado no presente trabalho, o que propõe estudos futuros que confirmem ou refutem esta hipótese.

Tabela 4.2 - Correlação de Spearman (n=45) entre os dados meteorológicos, o tempo de exposição ao coletor de pólen e a área ocupada dentro de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Dados meteorológicos⁽¹⁾	Área ocupada na colméia (cm²)		
	Pólen	Mel	Cria
Precipitação (mm)	-0,0714	-0,1106	0,2649
Umidade relativa do ar (%)	0,4813***	-0,0284	0,2552
Vento médio (km/h)	-0,0873	-0,2998*	-0,0917
Temperatura média (°C)	0,2388	-0,3457*	0,2228
Tempo de exposição (dias)	-0,0930	-0,0750	-0,38854 **

Notas: ⁽¹⁾Dados meteorológicos obtidos na Base de dados da estação convencional do Posto Agrometeorológico de Piracicaba, ESALQ, USP.

Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Significativo a 1% de probabilidade.

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

A área de armazenamento de mel foi inversamente proporcional com o vento médio (Tabela 4.2). Este resultado indica um efeito do vento sobre o forrageamento das campeiras de *A. mellifera*, o que também foi observado para *Bombus terrestris* por Riley et al. (1999) e para

Plebeia remota por Hilário, Ribeiro e Imperatriz-Fonseca (2007). O estoque de pólen nas colméias apresentou relação com a umidade relativa do ar (Tabela 4.2), refletindo a maior disponibilidade de recursos poliníferos na proximidade do apiário experimental em estações mais úmidas, conforme constatado pela tendência em aumentar a riqueza de tipos polínicos ($n=56$; $p\text{-valor}>0,05$; $r_s=0,1295$) e a quantidade de massa seca ($n=45$; $p\text{-valor}>0,05$; $r_s=0,2088$) pelo aumento da umidade relativa ar.

A área ocupada com cria diminuiu com o tempo de exposição da colméia ao coletor de pólen (Tabela 4.2), corroborando com a afirmativa de que o uso de coletores em colméias de abelhas africanizadas interfere no desenvolvimento das colônias (MCLELLAN, 1974; DUFF; FURGALA, 1986a; 1986b; SHAWER, 1987; FUNARI; ROCHA; SFORCIN, 1998). Embora exija um manejo intensificado visando manter as colméias populosas e sadias, ainda assim para o apicultor, a diminuição da produção média de mel pelo uso de coletor de pólen é compensada pelo aumento da receita bruta obtida pela exploração comercial do pólen apícola (FUNARI et al., 1998b).

O extrato etéreo das cargas de pólen foi o único componente que esteve relacionado com o desenvolvimento das colônias, obtendo maior valor com a diminuição da área ocupada com pólen dentro da colméia (Tabela 4.3). O pólen rico em extrato etéreo, ao ser coletado, pode ter sido consumido mais rapidamente em detrimento dos que apresentaram baixas porcentagens deste componente, devido a sua função fagoestimulante, de forma que, havendo um rápido consumo do pólen pelas abelhas, a área de armazenamento diminuiu proporcionalmente (SINGH; SAINI; JAIN, 1999).

Tabela 4.3 - Correlação de Spearman (n=45) entre a qualidade e a quantidade de pólen coletado e o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Medidas do desenvolvimento da colônia	Pão de abelhas	Cargas de pólen					
		Qualidade físico-química (%)					MS(g) ⁽¹⁾
		PB	PB	EE	MM	CT	
Área ocupada na colméia (cm ²)	PO	0,0429	0,2584	-0,3200*	0,2633	-0,2275	0,2234
	Mel	-0,0555	-0,0448	-0,1175	-0,1768	0,1123	-0,0212
	CR	-0,1121	-0,0579	0,0165	-0,1033	0,0023	0,5675***
Assimetria flutuante de asas (µm) ⁽²⁾	Ha	-0,2547	-0,1955	0,3317*	-0,2470	0,1147	0,0102
	Sc+R	0,1034	-0,0775	0,0977	0,1417	0,0129	0,0584
	Cm	-0,1139	-0,1735	-0,0726	-0,1423	0,2388	0,0329
	Co	0,0727	-0,0441	-0,1109	0,1991	0,0663	0,1170
	M+Cu	0,0210	-0,0087	0,0780	0,1137	-0,0175	-0,0584
	Cu	-0,0525	-0,0591	-0,1049	0,0855	0,0384	-0,0106
	An	0,1150	-0,1181	-0,0522	-0,0723	0,1089	0,1585
	La	0,1458	0,1023	-0,1641	0,2301	-0,0638	-0,0548
	Lm	-0,1038	-0,1707	-0,1124	0,0877	0,1787	0,1093
	2M	0,2135	0,1147	0,0114	0,0064	-0,1427	0,2198

Notas: Pólen (PO), cria (CR), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), carboidratos totais (CT) e massa seca (MS).

⁽¹⁾Valor total do massa seca (g) de cargas de pólen coletados em um período quinzenal.

⁽²⁾Assimetria flutuante em asas anterior direita e esquerda, medida em micrômetros (µm): nervura subcostal radial (Sc+R); comprimento da célula marginal (Cm); comprimento total da asa (Co); nervura médio cubital (M+Cu); nervura cubital (Cu); nervura anal (An); largura total da asa (La); largura da célula marginal (Lm); largura da 2ª célula medial (2M). Asas posteriores direita e esquerda: número de hâmulos (HA).

Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

*Significativo a 5% de probabilidade.

***Significativo a menos de 0,1% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

Houve relação positiva entre a assimetria de hâmulos das asas posteriores e os valores de extrato etéreo das cargas de pólen (Tabela 4.3). Observa-se também uma tendência de relação entre este parâmetro e quatro características avaliadas, a saber: nervura cubital, largura da célula marginal, comprimento e largura total da asa anterior. Estes resultados reforçam a importância do extrato etéreo para a formação adequada das asas das abelhas, o que também foi observado para *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera) por Parra (2007).

Interessante notar que, a proteína bruta do pólen das cargas apresentou uma tendência em aumentar proporcionalmente com a simetria entre as asas em quatro medidas avaliadas: nervura anal, número de hâmulos, comprimento e largura da célula marginal (Tabela 4.3; Anexo D),

demonstrando, um desenvolvimento mais estável das abelhas alimentadas com recurso rico em proteínas. Este resultado concorda com o esperado, baseados em estudos, onde abelhas operárias apresentaram maior desenvolvimento ovariano e das glândulas hipofaringeanas com o consumo de fontes de pólen com alto valor protéico (CRAILSHEIM et al., 1992; PERNAL; CURRIE, 2000; HOOVER; HIGO; WINSTON, 2006).

Quanto maior a área de cria, maior foi a quantidade de pólen coletado pelas abelhas (Tabela 4.3) e maior a área ocupada com pólen dentro da colméia ($n=45$; $p\text{-valor}<0,01$; $r_s=0,4086$). Este resultado reforça a hipótese de que, a presença de cria, assim como a ausência de pólen estocado, estimula a coleta de pólen pelas abelhas campeiras. O feromônio das larvas ou o contato com as áreas ocupadas com cria e o estoque de pólen, indicam a necessidade nutricional da colméia e definem o comportamento forrageiro das campeiras, para a coleta de pólen ou néctar (HELLMICH; ROTHENBUHLER, 1986; PANKIW; PAGE JÚNIOR; FONDRK, 1998; DRELLER; TARPY, 2000).

A área ocupada com mel, não apresentou relação com a área de pólen ($n=45$; $p\text{-valor}>0,05$; $r_s=0,1882$) nem com a área de cria ($n=45$; $p\text{-valor}>0,05$; $r_s=0,0163$), esta condição sugere que, a procura por fontes de néctar ocorre mesmo na ausência de cria ou com estoques variados de pólen, conforme proposto por Free (1967).

Os parâmetros avaliados para a qualidade polínica não apresentaram, em sua maioria, relação com o desenvolvimento da colônia (Tabela 4.3). Este fenômeno pode ser justificado baseando-se em estudos como o realizado por Human et al. (2007), onde constataram a importância do desbalanceamento da razão proteína:carboidrato para o desenvolvimento ovariano de abelhas operárias. Baseados na opinião de Schmidt (1985), o desbalanceamento seria a mais lógica explicação, em se tratando de uma espécie de abelha extremamente polilética no uso dos recursos e que se alimenta de pólen de uma grande diversidade de espécies vegetais, assim o efeito cumulativo de numerosos compostos são os responsáveis pelo desenvolvimento e pelo comportamento das abelhas, e não de alguns compostos específicos, o que ocorre geralmente em espécies monófagas. Corroborando com esta afirmativa, a Tabela 4.4 revela relações positivas entre riqueza e equitabilidade da composição polínica e o tamanho da área ocupada com cria dentro da colméia.

Tabela 4.4 - Coeficiente de Spearman (n=56) entre a composição polínica e a área ocupada dentro de colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009

Composição polínica		Área ocupada dentro da colméia (cm ²)		
		Pólen	Mel	Cria
Pão de abelhas	Riqueza	0,2361	0,0408	0,3150*
	Diversidade	0,0113	-0,0686	0,2174
	Equitabilidade	0,0871	-0,0831	0,3019*
Cargas de pólen	Riqueza	0,0631	-0,0347	0,2484
	Diversidade	-0,0187	0,0130	0,0682
	Equitabilidade	-0,0149	0,0286	0,0068

Dados numéricos arredondados.

Sinais convencionais utilizados:

*Significativo a 5% de probabilidade.

- Valor de correlação negativo

Alguns estudos demonstram que, a qualidade nutricional do pólen determina a quantidade deste recurso a ser coletada durante o comportamento forrageiro, apresentando um fator evolutivo influente na preferência alimentar das abelhas de acordo com as necessidades da colméia (PERNAL; CURRIE, 2001, 2002). No presente trabalho, a quantidade de pólen interceptada nos coletores não esteve relacionada com a sua qualidade físico-química (n=45; p-valor>0,05), o mesmo ocorrendo para Free (1967); Sagili e Pankiw (2007), que também não encontraram relação entre a quantidade de pólen coletada e seus valores de carboidratos e proteína bruta, respectivamente.

4.4 Conclusões

Cria e mel ocupam maior espaço nos favos das colméias no outono, sendo o verão a estação com maior estoque de pólen.

O tamanho das asas das abelhas não varia significativamente entre as estações, mas as medidas são numericamente maiores e mais simétricas na estação de outono, menores no verão e menos simétricas no inverno.

A simetria das asas das abelhas é maior com o aumento da área ocupada dentro da colméia (cm²), maiores valores de proteína bruta e extrato etéreo. O tamanho da área ocupada

com cria é maior com o aumento da quantidade de pólen coletado, riqueza e equitabilidade da composição polínica e menor com o aumento do tempo de exposição ao coletor de pólen.

O armazenamento do pólen e mel aumenta com a umidade relativa do ar e diminui com os maiores valores de extrato etéreo, vento e temperatura.

A quantidade de pólen interceptada nos coletores não apresenta relação com a sua qualidade físico-química.

Referências

AL-TIKRITY, W.S.; BENTON, A.W.; HILLMANN, R.C.; CHARKE-JÚNIOR, WW. The relationship between the amount of unsealed brood in honeybee colonies and their pollen collection. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 11, n. 1, p. 9-12, 1972.

AL-TIKRITY, W.S.; HILLMANN, R.C.; BENTON, A.W.; CHARKE-JÚNIOR, W.W. A new instrument for brood measurement in a honey-bee colony. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 111, n. 1, 20-26, 1971.

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

CARREIRA, L.M.M.; BARTH, O.M. **Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra dos Carajás, Pará**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003. 112 p.

CARREIRA, L.M.M.; SILVA, M.F. da; LOPES, J.R.C.; NASCIMENTO, L.A.S. **Catálogo de pólen das leguminosas da Amazônia Brasileira**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 137 p. (Coleção Adolpho Ducke).

CLARKE, G.M. Relationship between developmental stability and fitness: application for conservation biology. **Conservation Biology**, Boston, v. 9, p. 18-24, 1995.

COLINVAUX, P.; OLIVEIRA, P.E. de; PATIÑO, J.E.M. **Amazon pollen manual and atlas = Manual de atlas palinológico da Amazônia**. Amsterdam: Harwood Academic, 1999. 332 p.

CRAILSHEIM, K. The flow of jelly within a honey bee colony. **Journal of Comparative Physiology B**, New York, v. 162, p. 681-689, 1992.

CRAILSHEIM, K.; SCHNEIDER, L.H.W.; HRASSNIGG, N.; BÜHLMANN, G.; BROSCHE, U.; GMEINBAUER, R.; SCHÖFFMANN, B. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 409-419, 1992.

CRUZ-LANDIM, C. da. **Biologia do desenvolvimento em abelhas**. Rio Claro: UNESP, 2004. 85 p.

DRELLER, C.; TARPY, D.R. Perception of the pollen need by foragers in a honeybee colony. **Animal Behaviour**, London, v. 59, p. 91-96, 2000.

DUFF, S.R.; FURGALA, B. Pollen trapping honey bee colonies in Minnesota. Part I: Effect on amount of trapped, brood, reared, winter survival, queen longevity, and adult bee population. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 126, n. 10, p. 686-689, 1986a.

_____. Pollen trapping honey bee colonies in Minnesota. Part II: Effect on foraging activity, honey production, honey moisture content, and nitrogen content of adult workers. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 126, n. 11, p. 755-758, 1986b.

ERDTMAN, G. The acetolysis method. A revised description. **Svensk Botanisk Tidskrift**, Stockholm, v. 39, p. 561-564, 1960.

FREE, J.B. Factors determining the collection of pollen by honeybee foragers. **Animal Behaviour**, London, v. 15, p. 134-144, 1967.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; CURI, P.R. Número de bactérias em função do método de secagem do pólen. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998a. p. 525-527.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C.; SFORCIN, J.M.; CURI, P.R.; PEROSA, J.M.Y. Coleta de pólen e produção de mel e própolis em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 55, n. 2, p. 189-193, 1998b.

FUNARI, S.R.C.; ROCHA, H.C. da; SFORCIN, J.M. Pollen collection and colony development of africanized honeybees (*Apis mellifera* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 525-527.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ALVES, S.B.; ZUCCHI, R.A.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIULIETTI, A.M.; QUEIROZ, L.P. de. **Apium Plantae**. Recife: IMSEAR, 2006. v. 3, 130p.

HAYDAK, M.H. Honey bee nutrition. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.15, p. 143-156, 1970.

HELLMICH, R.L.; ROTHENBUHLER, W.C. Pollen hoarding and use by high and low pollen-hoarding honeybees during the course of brood rearing. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 25, n. 1, p. 30-34, 1986.

HERBERT JÚNIOR., E.W. Influence of nutritional stress and the age of adults on the morphometrics of honey bees (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**, Versailles, v.19, n. 3, p. 221-230, 1988.

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

HOOVER, S.E.R.; HIGO, H.A.; WINSTON, M.L. Worker honey bee ovary development: seasonal variation and the influence of larval and adult nutrition. **Journal of Comparative Physiology, B: Biochemical, Systematic, and Environmental Physiology**, New York, v. 176, p. 55-63, 2006.

HUMAN, H.; NICOLSON, S.W.; STRAUSS, K.; PIRK, C.W.; DIETEMANN, V. Influence of pollen quality on ovarian development in honeybee workers (*Apis mellifera scutellata*). **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 53, p. 649-655, 2007.

IOIRICH, N.P. **As abelhas, farmacêuticas com asas**. 2. ed. Moscovo: Mir, 1986. 248 p.

KANEGAE, A.P.; LOMÔNACO, C. Plasticidade morfológica, reprodutiva e assimetria flutuante de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 37-43, 2003.

KERR, W.E.; GONÇALVES, L.S.; BLOTTA, L.F.; MACIEL, H.B. Biologia Comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*) africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbridadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1., 1970, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 1970. p. 151-185.

MATTILA, H.R.; OTIS, G.W. Dwindling pollen resources trigger the transition to broodless populations of long-lived honeybees each autumn. **Ecological Entomology**, London, v. 32, p. 496-505, 2007.

MCLELLAN, A.R. Some effects of pollen traps on colonies of honeybees. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 13, n. 2, p. 143-148, 1974.

MODRO, A.F.H.; MAIA, E.; SILVA, I.C. da; MESSAGE, D.; LUZ, C.F.P. da. Subamostragem de pólen apícola para análise melissopalínológica. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 709-714, 2009.

MORETI, A.C.C.C.; MARCHINI, L.C.; SOUZA, V.C.; RODRIGUES, R.R. **Atlas de pólen de plantas apícolas**. Rio de Janeiro: Papel e Virtual, 2002. 93 p.

NOSIL, P.; REIMCHEN, T.E. Tarsal asymmetry, nutritional condition, and survival in water boatmen (*Callicorixa vulnerata*). **Evolution**, Lancaster, v. 55, n. 4, p. 712-720, 2001.

OLDROYD, B.; RINDERER, T.; BUCO, S. Heritability of morphological characters used to distinguish European and Africanized honeybees. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, p. 499-504, 1991.

PANKIW, T.; PAGE JÚNIOR., R.E.; FONDRK, M.K. Brood pheromone stimulates pollen foraging in honey bees (*Apis mellifera*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 44, p. 193-198, 1998.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle iológico**. 7. ed. Piracicabaa: FEALQ, 2007. 134 p.

PERNAL, S.F.; CURRIE, R.W. Pollen quality of fresh and 1-Year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**, Versailles, v. 31, p. 387-409, 2000.

_____. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 51, p. 53-68, 2001.

_____. Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. **Animal Behaviour**, London, v. 63, p. 369-390, 2002.

RILEY, J.R.; REYNOLDS, D.R.; SMITH, A.D.; EDWARDS, A.S.; OSBORNE, J.L.; WILLIAMS, I.H.; McCARTNEY, H.A. Compensation for wind drift by bumble-bees. **Nature**, London, v.400, p. 126, 1999.

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

SAGILI, R.R.; PANKIW, T. Effects of protein-constrained brood food on honey bee (*Apis mellifera* L.) pollen foraging and colony growth. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 61, p. 1471-1478, 2007.

SAGILI, R.R.; PANKIW, T.; ZHU-SALZMAN, K. Effects of soybean trypsin inhibitor on hypopharyngeal gland protein content, total midgut protease activity and survival of the honey bee (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 51, p. 953-957, 2005.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide statistics**. Cary, 2003.

SCHEINER, S.M.; CAPLAN, R.L.; LYMAN, R.F. The genetics of phenotypic plasticity. III. Genetic correlations and fluctuating asymmetries. **Journal of Evolutionary Biology**, Basel, v. 4, p. 51-68, 1991.

SCHMIDT, J.O. Phagostimulants in pollen. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 24, n. 2, p. 107-114, 1985.

SCHMIDT, J.O.; THOENES, S.C.; LEVIN, M.D. Survival of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), fed various pollen sources. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 80, n. 2, p. 176-183, 1987.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949. 117 p.

SHAWER, M.B. Major pollen sources in kafr el-sheikh, Egypt, and the effect of pollen supply on brood area and honey yield. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 26, n. 1, p. 43-46, 1987.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análises de alimentos, métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

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

SINGH, S.; SAINI, K.; JAIN, K.L. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honeybees. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 38, n. 1/2, p. 87-92, 1999.

SOULÉ, M.E. Heterozygosity and developmental stability another look. **Evolution**, Lancaster, v. 33, n. 1, p. 396-401, 1979.

TOTH, A.L.; KANTAROVICH, S.; MEISEL, A.F.; ROBINSON, G.E. Nutritional status influences socially regulated foraging ontogeny in honey bees. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 208, p. 4641-4649, 2005.

WALLER, G.D.; CARON, D.M.; LOPER, G.M. Pollen patties maintain brood rearing when pollen is trapped from honey bee colonies. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 121, n. 2, p. 101-105, 1981.

WOODS, R.E.; HERCUS, M.J.; HOFFMANN, A.A. Estimating the heritability of fluctuating asymmetry in field *Drosophila*. **Evolution**, Lancaster, v. 52, n. 3, p. 816-824, 1998.

ANEXOS

ANEXO A

Manejo de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Piracicaba, SP. **1 e 2:** Coletor de pólen, tipo frontal, acoplado a uma colméia Langstroth para interceptação de cargas de pólen; **3 e 4:** Coleta de cargas de pólen interceptadas durante dois dias em uma colméia; **5:** Quadro de ninho de uma colméia Langstroth apresentando área ocupada com cria (Cr), pólen (Po) e mel; **6:** Contagem da área do quadro ocupada com cria (Cr), pólen (Po) e mel pelo método de Al-Tikrity (1971), onde cada aresta representa 2,54cm

ANEXO B

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **1.** Alismataceae, tipo 1, vista polar; **2.** Alismataceae, tipo 1, vista equatorial; **3.** Amaranthaceae, *Alternanthera* sp.; **4.** Amaranthaceae, *Amaranthus* sp.; **5.** Amaranthaceae, *Chamissoa* sp.; **6.** Anacardiaceae, *Anacardium occidentale*, vista polar; **7.** Anacardiaceae, *Anacardium occidentale*, vista equatorial; **8.** Anacardiaceae, *Schinus* sp.; **9.** Anacardiaceae, *Spondias* sp.; **10.** Anacardiaceae, *Tapirira* sp., vista polar; **11.** Anacardiaceae, *Tapirira* sp., vista equatorial; **12.** Araceae, tipo 1; **13.** Araceae, tipo 2; **14.** Araceae, tipo 3; **15.** Arecaceae, tipo 1; **16.** Arecaceae, tipo 2. (Escala nas Figuras = 10µ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **17.** Arecaceae, *Astrocaryum* sp., vista polar; **18.** Arecaceae, *Astrocaryum* sp., vista equatorial; **19.** Asteraceae, *Ambrosia* sp.; **20.** Asteraceae, *Bidens pilosa*; **21.** Asteraceae, *Elephantopus* sp.; **22.** Asteraceae, *Emilia fosbergii*; **23.** Asteraceae, *Gochnatia* sp.; **24.** Asteraceae, *Mikania cordifolia*; **25.** Asteraceae, *Parthenium* sp.; **26.** Asteraceae, *Sonchus oleraceus*; **27.** Asteraceae, *Vernonia polyanthes*; **28.** Bignoniaceae, tipo 1; **29.** Bignoniaceae, *Pyrostegia* sp.; **30.** Boraginaceae, *Cordia trichotoma*; **31.** Brassicaceae, *Raphanus* sp., vista polar; **32.** Brassicaceae, *Raphanus* sp., vista equatorial. (Escala nas Figuras = 10 μ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **33.** Cannabaceae, *Celtis* sp.; **34.** Convolvulaceae, *Jacquemontia* sp.; **35.** Cucurbitaceae, *Cayaponia* sp.; **36.** Cucurbitaceae, *Momordica* sp., vista polar; **37.** Cucurbitaceae, *Momordica* sp., vista equatorial; **38.** Euphorbiaceae, *Croton* sp.; **39.** Euphorbiaceae, *Croton* sp., detalhe da sexina com ornamentação padrão-Croton; **40.** Euphorbiaceae, *Croton floribundus*; **41.** Fabaceae, *Anadenanthera* sp.; **42.** Fabaceae, *Bauhinia variegata*; **43.** Fabaceae, *Caesalpinia* sp.; **44.** Fabaceae, *Caesalpinia peltophoroides*; **45.** Fabaceae, *Caesalpinia pulcherrima*, vista polar; **46.** Fabaceae, *Caesalpinia pulcherrima*, vista equatorial; **47.** Fabaceae, *Canavalia* sp.1; **48.** Fabaceae, *Canavalia* sp.2. (Escala nas Figuras = 10µ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **49.** Fabaceae, *Cenostigma* sp.; **50.** Fabaceae, *Centrosema* sp., vista polar; **51.** Fabaceae, *Centrosema* sp., vista equatorial; **52.** Fabaceae, *Delonix regia*; **53.** Fabaceae, *Eriosema* sp.; **54.** Fabaceae, tipo 1; **55.** Fabaceae, tipo 2, vista polar; **56.** Fabaceae, tipo 2, vista equatorial; **57.** Fabaceae, *Leucaena* sp., vista polar; **58.** Fabaceae, *Leucaena* sp., vista equatorial; **59.** Fabaceae, *Mimosa caesalpinifolia*; **60.** Fabaceae, *Mimosa scabrella*; **61.** Lamiaceae, *Aegiphila* sp.1; **62.** Lamiaceae, *Aegiphila* sp.2; **63.** Lamiaceae, *Hyptis* sp.; **64.** Lamiaceae, *Leonurus japonicus*. (Escala nas Figuras = 10 μ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **65.** Malpighiaceae, tipo 1; **66.** Malpighiaceae, tipo 2; **67.** Malvaceae, *Bombacopsis* sp.1; **68.** Malvaceae, *Bombacopsis* sp.2; **69.** Malvaceae, *Ceiba* sp.; **70.** Malvaceae, *Chorisia speciosa*; **71.** Malvaceae, *Dombeya* sp.; **72.** Malvaceae, tipo 1; **73.** Malvaceae, *Pachira aquatica*, vista polar; **74.** Malvaceae, *Pachira aquatica*, vista equatorial; **75.** Malvaceae, *Sida* sp.; **76.** Melastomataceae, *Miconia* sp.; **77.** Melastomataceae, *Tibouchina* sp., vista polar; **78.** Melastomataceae, *Tibouchina* sp., vista equatorial; **79.** Moraceae, *Morus* sp.; **80.** Myrtaceae, *Eucalyptus* sp. (Escala nas Figuras = 10 μ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **81.** Myrtaceae, *Myrcia* sp.; **82.** Oleaceae, *Ligustrum* sp.; **83.** Pinaceae, *Pinus* sp.; **84.** Piperaceae, *Piper* sp.; **85.** Poaceae, tipo 1; **86.** Poaceae, tipo 2; **87.** Poaceae, tipo 3; **88.** Polygonaceae, *Antigonum leptopus*, vista polar; **89.** Polygonaceae, *Antigonum leptopus*, vista equatorial; **90.** Proteaceae, *Grevillea* sp.; **91.** Rhamnaceae, *Hovenia dulcis*; **92.** Rubiaceae, *Diodia* sp.; **93.** Rubiaceae, tipo 1; **94.** Ruscaceae, *Dracaena* sp.; **95.** Rutaceae, *Citrus* sp.1, vista polar; **96.** Rutaceae, *Citrus* sp.1, vista equatorial. (Escala nas Figuras = 10 μ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **97.** Rutaceae, *Citrus* sp.2, vista polar; **98.** Rutaceae, *Citrus* sp.2, vista equatorial; **99.** Salicaceae, *Casearia* sp., vista polar; **100.** Salicaceae, *Casearia* sp., vista equatorial; **101.** Sapindaceae, *Allophylus edulis*; **102.** Sapindaceae, *Paullinia* sp.; **103.** Sapindaceae, *Serjania* sp.1; **104.** Sapindaceae, *Serjania* sp.2; **105.** Solanaceae, *Datura* sp., detalhe da ornamentação; **106.** Solanaceae, *Datura* sp.; **107.** Solanaceae, tipo 1, vista polar; **108.** Solanaceae, tipo 1, vista equatorial; **109.** Theaceae, *Gordonia* sp.; **110.** Urticaceae, *Cecropia* sp.; **111.** Verbenaceae, *Lantana camara*, vista polar; **112.** Verbenaceae, *Lantana camara*, vista equatorial. (Escala nas Figuras = 10 μ)

Tipos polínicos observados em cargas de pólen e pão de abelhas em colméias de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em Piracicaba, SP, 2008-2009. **113.** Não identificado 1, vista polar; **114.** Não identificado 1, vista equatorial; **115.** Não identificado 2. (Escala nas Figuras = 10 μ)

ANEXO C

Amostras de pão de abelhas coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **1:** 16 de abril de 2008, colméia 2; **2:** 01 de maio de 2008, colméia 3; **3:** 01 de maio de 2008, colméia 4; **4:** 27 de maio de 2008, colméia 2; **5:** 22 de julho de 2008, colméia 1; **6:** 22 de julho de 2008, colméia 2. *Ar*: Araceae tipo 1; *Eu*: *Eucalyptus* sp.; *Fa*: Fabaceae tipo 2; *Go*: *Gochnatia* sp.; *Le*: *Leucaena* sp.; *Ln*: *Leonurus japonicus*; *Mc*: *Mimosa caesalpinifolia*; *Pa*: *Parthenium* sp.; *Ve*: *Vernonia polyanthes*. (Escala nas Figuras = 100μ)

Amostras de pão de abelhas coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **7**: 06 de agosto de 2008, colméia 2; **8**: 06 de agosto de 2008, colméia 3; **9**: 20 de agosto de 2008, colméia 2; **10**: 02 de setembro de 2008, colméia 2; **11**: 02 de setembro de 2008, colméia 4; **12**: 23 de outubro de 2008, colméia 2. **Al**: *Allophylus edulis*; **An**: *Anadenanthera* sp.; **At**: *Alternanthera* sp.; **Ce**: *Cecropia* sp.; **Eu**: *Eucalyptus* sp.; **Fa**: Fabaceae, tipo 2; **Le**: *Leucaena* sp.; **Ln**: *Leonurus japonicus*; **My**: *Myrcia* sp.; **Pa**: *Parthenium* sp.; **Pi**: *Piper* sp.; **Po**: Poaceae, tipo 1; **Ra**: *Raphanus* sp.; **Se**: *Serjania*, tipo 1; **Ve**: *Vernonia polyanthes*. (Escala nas Figuras = 100 μ)

Amostras de pão de abelhas coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **13**: 06 de agosto de 2008, colméia 2; **14**: 06 de agosto de 2008, colméia 3; **15**: 20 de agosto de 2008, colméia 2; **16**: 02 de setembro de 2008, colméia 2; **17**: 02 de setembro de 2008, colméia 4; **18**: 23 de outubro de 2008, colméia 2. **Ac**: Arecaceae, tipo 2; **An**: *Anadenanthera* sp.; **As**: *Astrocaryum* sp.; **Co**: *Cordia trichotoma*; **Cr**: *Croton* sp.; **Eu**: *Eucalyptus* sp.; **Fa**: Fabaceae, tipo 2; **Le**: *Leucaena* sp.; **Mc**: *Mimosa caesalpiniiifolia*; **Pi**: *Piper* sp.; **Ra**: *Raphanus* sp. (Escala nas Figuras = 100μ)

Amostras de pão de abelhas coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **19**: 23 de outubro de 2008, colméia 3; **20**: 05 de novembro de 2008, colméia 1; **21**: 19 de novembro de 2008, colméia 5; **22**: 03 de dezembro de 2008, colméia 1; **23**: 23 de janeiro de 2009, colméia 5; **24**: 23 de janeiro de 2009, colméia 5. *Cs*: *Chorisia speciosa*; *Eu*: *Eucalyptus* sp.; *Fa*: Fabaceae, tipo 2; *Lc*: *Lantana camara*; *Le*: *Leucaena* sp.; *Mc*: *Mimosa caesalpinifolia*; *Pa*: *Parthenium* sp.; *Po*: Poaceae, tipo 1; *Poa*: Poaceae, tipo 2. (Escala nas Figuras = 100µ)

Amostras de pão de abelhas coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **25**: 02 de fevereiro de 2009, colméia 2; **26**: 06 de fevereiro de 2009, colméia 5; **27**: 20 de fevereiro de 2009, colméia 5; **28**: 20 de fevereiro de 2009, colméia 2; **29**: 06 de março de 2009, colméia 1; **30**: 06 de março de 2009, colméia 1. **Ar**: Araceae, tipo 1; **As**: *Astrocaryum* sp.; **Ba**: *Bauhinia variegata*; **Ca**: *Casearia* sp.; **Eu**: *Eucalyptus* sp.; **Fa**: Fabaceae, tipo 2; **Le**: *Leucaena* sp.; **Pa**: *Parthenium* sp.; **Po**: Poaceae, tipo 1; **Se**: *Serjania*, tipo 1; **Ve**: *Vernonia polyanthes*. (Escala nas Figuras = 100µ)

Amostras de cargas de pólen coletadas em colméias de *A. mellifera* em Piracicaba, SP. **31:** 1 a 14 de maio de 2008, colméia 1; **32:** 15 a 28 de maio de 2008, colméia 3; **33:** 15 a 28 de maio de 2008, colméia 2; **34:** 9 a 22 de julho de 2008, colméia 1; **35:** 9 a 22 de julho de 2008, colméia 2; **36:** 23 de julho a 06 de agosto de 2008, colméia 3. *An*: *Anadenanthera* sp.; *As*: *Astrocaryum* sp.; *Bp*: *Bidens pilosa*; *Ce*: *Cecropia* sp.; *Ch*: *Chamissoa* sp.; *Eu*: *Eucalyptus* sp.; *Fa*: Fabaceae, tipo 2; *Le*: *Leucaena* sp.; *Mc*: *Mimosa caesalpinhiifolia*; *My*: *Myrcia* sp.; *Po*: Poaceae, tipo 1; *Ra*: *Raphanus* sp.. (Escala nas Figuras = 100 μ)

ANEXO D

Caracteres morfológicos mensurados nas asas de operárias de *A. mellifera*, Piracicaba, SP. **A:** medida da largura total (La) e do comprimento total (Co) das asas anterior direita e esquerda; **B:** medida da nervura subcostal radial (Sc+R), da nervura anal (An), comprimento da nervura cubital (Cu), comprimento da nervura médio cubital (M+Cu), largura da 2ª célula medial (2M), largura (Lm) e comprimento (Cm) da célula marginal das asas anterior direita e esquerda; **C:** contagem do número de hâmulos presentes nas asas posterior direita e esquerda