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

**Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de
elementos-traço do mel de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae)**

Andreia Santos do Nascimento

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

**Piracicaba
2014**

Andreia Santos do Nascimento
Engenheira Agrônoma

**Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de
elementos-traço do mel de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae)**

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

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

Piracicaba
2014

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

Nascimento, Andreia Santos do

Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de elementos-traço do mel de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae) / Andreia Santos do Nascimento.- - Piracicaba, 2014.

113 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Abelhas nativas 2. Néctar 3. Espectro polínico I. Título

CDD 638.16
N244p

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

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização desse trabalho.

A minha família pelo convívio e apoio durante esse período e também a todos meus amigos.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Marchini, pela orientação, disponibilidade em ajudar, confiança e incentivo.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meliponicultores que nos cederam as amostras de méis tornando possível a realização do trabalho: Robson (Bandeirantes/PR), José (Cornélio Procópio/PR) Ederson (Guaraqueçaba/PR), Júlio César Faustini (Icém/SP) e José Carlos Wegrzynski responsável pelo Meliponário Abelhas do Sul - CADASTRO IBAMA N/ 4883692 - Criador de abelha sem ferrão desde 1989 que nos cedeu todas as amostras de Mafra/SC.

Ao Professor Dr. Francisco Antonio Monteiro do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo pela ajuda para realização no processo de digestão das amostras de mel.

A técnica Lurdes Aparecida D. Gonzáles do Laboratório de Tecidos Vegetais do Departamento de Ciências do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo pela realização do processo de digestão das amostras de mel.

Ao Professor Dr. Ricardo Alves de Olinda da Universidade Estadual da Paraíba pela ajuda na realização das análises estatísticas do trabalho.

Aos amigos do curso de Pós-graduação Gleidyane Novais Lopes Mielezrski e Tayron Souza Amaral pelo companheirismo e momentos de descontração.

Agradeço aos amigos Diogo Feliciano Dias Araujo e Talita Antonia da Silveira por toda ajuda durante o desenvolvimento do trabalho, pelo companheirismo e solidariedade durante todo período de coleta.

Aos colegas do Laboratório de Insetos Úteis Maria Emilene Correia de Oliveira, Lorena Andrade Nunes, Natasha Sant 'Anna Iwanicki, Diogo F. Dias Araujo, Talita A. da Silveira e Vitor Celso Silva.

Aos amigos do Grupo de Oração Universitário Água Viva de Piracicaba/SP e Comunidade Corpus Christi por todo apoio e convívio fraterno.

As amigas Gleidyane N. Lopes Mielezrski e Talita A. da Silveira pelo auxílio na leitura e revisão do texto.

Ao amigo Luzimario Lima Pereira pela ajuda com as metodologias.

A todos os professores do curso de Pós-graduação que contribuíram para minha capacitação, amadurecimento e crescimento profissional.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para que esse trabalho se realizasse.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivo geral	16
1.1.1 Objetivos específicos	16
2 DESENVOLVIMENTO	17
2.1 Revisão Bibliográfica	17
2.1.1 Meliponíneos	17
2.1.2 Mel	19
2.1.3 Análises físico-químicas	20
2.1.3.1 Elementos-traço (metais pesados)	23
2.1.3.1.1 Cádmio	25
2.1.3.1.2 Chumbo.....	26
2.1.3.1.3 Cobre.....	26
2.1.3.1.4 Zinco.....	26
2.1.3.2 Voltametria	27
2.1.3.2.1 Voltametria de redissolução	28
2.1.4 Interação abelhas x flora	28
2.1.5 Análise polínica (melissopalynologia)	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Locais para coleta das amostras	33
3.2 Coleta das amostras de mel	33
3.3 Análises físico-químicas das amostras de mel	34
3.3.1 Açúcares redutores e sacarose	34
3.3.2 Atividade diastásica	36
3.3.3 Condutividade elétrica	36
3.3.4 Cor	36
3.3.5 Hidroximetilfurfural	36
3.3.6 pH e Acidez	37

3.3.7 Teor de Cinzas	37
3.3.8 Umidade	38
3.4 Elementos-traço (metais pesados)	38
3.4.1 Digestão ácida das amostras	38
3.4.2 Determinação dos elementos-traço	39
3.5 Análises polínicas das amostras de mel	41
3.6 Análises estatísticas	42
3.6.1 Análise de variância (ANOVA)	42
3.6.2 Análise discriminante canônica	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Análises físico-químicas	45
4.1.1 Cor	45
4.1.2 Umidade	46
4.1.3 pH e acidez	48
4.1.4 Hidroximetilfurfural	51
4.1.5 Cinzas	53
4.1.6 Condutividade elétrica	55
4.1.7 Açúcares redutores e sacarose	56
4.1.8 Atividade diastásica	58
4.1.9 Elementos traços (Cd, Cu, Pb e Zn)	60
4.1.10 Análise discriminante canônica	64
4.2 Análises polínicas (melissopalinologia).....	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS.....	105

RESUMO

Parâmetros físico-químicos, polínicos e determinação de elementos-traço do mel de Meliponinae (Hymenoptera: Apidae)

O estudo teve como objetivo contribuir com a caracterização do mel das abelhas sem ferrão, especificamente a caracterização botânica e físico-química de maneira a fornecer subsídios para programas e medidas de incremento da atividade meliponícola. Foram definidos como locais de estudo municípios do Paraná (Bandeirantes, Cornélio Procopio e Guaraqueçaba), Santa Catarina (Saltinho do Canivete/Mafra) e São Paulo (Icém). As amostras, composta por 250 mL de mel, foram obtidas diretamente com os meliponicultores de acordo com o pico de produção melífera de cada região no período compreendido entre abril a dezembro de 2011 e abril a dezembro de 2012. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: hidroximetilfurfural, pH, acidez, condutividade elétrica, cinzas, umidade, cor, açúcares redutores, sacarose e atividade diastásica. Para determinação dos elementos-traços foi utilizada a técnica de Voltametria de Redissolução Anódica de Pulso Diferencial. A análise polínica foi realizada seguindo o método padrão de acetólise e em seguida submetidas as análises quantitativas (contagem consecutiva de até 1.000 grãos de pólen/amostra) e qualitativas. Quanto aos parâmetros açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural e cinzas as amostras de mel de meliponíneos atendem aos pré-requisitos da legislação vigente. Já os parâmetros umidade e atividade diastásica divergiram. Este fato aponta a necessidade de criação de uma legislação específica para mel das abelhas nativas levando em consideração o elevado número de espécies e suas características diferenciadas. A determinação dos elementos-traços (Cd, Cu, Pb e Zn) indica que as amostras de mel de abelhas sem ferrão apresentam concentrações não prejudiciais a saúde humana. Com análise polínica verificou-se diversidade de espécies vegetais utilizadas por essas abelhas sendo, a família Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae) a que apresentou maior riqueza de tipos polínicos, seguida de por Asteraceae, Myrtaceae e Solanaceae.

Palavras-chave: Abelhas nativas; Néctar; Espectro polínico

ABSTRACT

Physico-chemical parameters, polinic and determination of trace elements in honey Meliponinae (Hymenoptera: Apidae)

The study aimed to contribute to the characterization of honey from stingless bees, specifically botany and physico-chemical characterization in order to provide support for programs and measures to increase the meliponícola activity. Were defined as study sites municipalities of Paraná (Bandeirantes, Cornélio Procópio e Guaraqueçaba), Santa Catarina (Saltinho do Canivete/Mafra) and São Paulo (Icém). The samples, consisting of 250 mL of honey, were obtained directly from the beekeepers in accordance with the peak honey production in each region for the period April to December 2011 and from April to December 2012. The physico-chemical parameters analyzed were: hydroxymethylfurfural, pH, acidity, electrical conductivity, ash, moisture, color, reducing sugars, sucrose and diastase activity. For determination of trace elements technique anodic stripping voltammetry differential pulse was used. Pollen analysis was performed following the standard acetolysis method, and then subjected to quantitative analysis (row count to 1.000 pollen grains/sample) and qualitative. As for the parameters reducing sugars, sucrose, hydroxymethylfurfural and ash samples of honey from stingless bees meet the prerequisites of the current legislation. Have the parameters humidity and diastase activity diverged. This fact points out the need to create specific regulations for honey from native bees taking into account the high number of species and their different characteristics. The determination of trace elements (Cd, Cu, Pb and Zn) indicates that samples of honey from stingless bees exhibit concentrations not harmful to human health. With pollen analysis it was found diversity of plant species used by these bees being the family Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae and Mimosoideae) presented the highest richness of pollen types, followed by Asteraceae, Myrtaceae and Solanaceae.

Keywords: Native bees; Nectar; Pollen spectrum

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Contraste das funções discriminantes das espécies de Meliponinae estudadas para os parâmetros avaliados..... 64
- Figura 2 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Bandeirantes, Paraná 67
- Figura 3 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Cornélio Procopio, Paraná 68
- Figura 4 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Icém, São Paulo 72
- Figura 5 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Guaraqueçaba, Paraná 77
- Figura 6 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Mafra, Santa Catarina 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros e condições utilizadas na célula voltamétrica para as determinações de Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} e Zn^{2+}	40
Tabela 2 – Comparação entre os valores médios de cor (nm) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	45
Tabela 3 – Comparação entre os valores médios de umidade (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	46
Tabela 4 – Comparação entre os valores médios de pH e acidez (meq kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades.....	49
Tabela 5 – Comparação entre os valores médios de hidroximetilfurfural (mg kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades.....	52
Tabela 6 – Comparação entre os valores médios de cinzas (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	54
Tabela 7 – Comparação entre os valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades.....	55
Tabela 8 – Comparação entre os valores médios de açúcares redutores (%) e sacarose (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	57
Tabela 9 – Comparação entre os valores médios de atividade diastásica (Gothe) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades.....	59
Tabela 10 – Comparação entre os valores médios de cádmio ($\mu\text{g Kg}^{-1}$) e cobre (mg Kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	61

Tabela 11 – Comparação entre os valores médios de chumbo (mg Kg^{-1}) e zinco (mg Kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades	63
Tabela 12 – Matriz de confusão das espécies: M._sc (<i>Melipona scutellaris</i>), M._mo (<i>Melipona mondury</i>), M._qu (<i>Melipona quadrifasciata</i>), M._bi (<i>Melipona bicolor</i>), M._ma (<i>Melipona marginata</i>), S._po (<i>Scaptotrigona polysticta</i>), S._xa (<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>), S._de (<i>Scaptotrigona depilis</i>) e T._an (<i>Tetragonisca angustula</i>).....	65
Tabela 13 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Bandeirantes e Cornélio Procópio, Paraná	66
Tabela 14 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Icém, São Paulo.....	71
Tabela 15 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Guaraqueçaba, Paraná	74
Tabela 16 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Mafra, Santa Catarina	78
Tabela 17 – Similaridade entre os tipos polínicos identificados entre as amostras de méis de Meliponinae dos municípios estudados	80

1 INTRODUÇÃO

A criação racional de abelhas indígenas sem ferrão é considerada atualmente uma atividade adequada ao desenvolvimento sustentável, já que auxilia a restauração ambiental e oferece uma renda complementar aos criadores (LORENZON; MORGADO, 2008), desenvolvendo, assim, importante papel econômico, social e ecológico em várias regiões do Brasil.

De acordo com Alcoforado-Filho (1998) e Drummond (2011), a criação de abelhas se enquadra perfeitamente dentro dos conceitos de diversificação e uso sustentável, pela sua natureza e conservação das espécies, uma das poucas atividades agropecuárias que preenche todos os requisitos do tripé da sustentabilidade: o econômico porque gera renda para os agricultores; o social, porque ocupa mão-de-obra familiar no campo, diminuindo o êxodo rural; e o ecológico, porque não se desmata para criar abelhas, muito pelo contrário, as abelhas necessitam das plantas vivas para coletar o pólen e o néctar de suas flores, fonte básica de sua alimentação.

Dentre as criações racionais das abelhas encontra-se a meliponicultura, nome dado à criação das abelhas conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão (meliponíneos), que apresenta importância tanto pelo seu papel como polinizador, contribuindo na manutenção das comunidades de vegetais e animais, como pela possibilidade de exploração dos seus produtos (VELTHUIS, 1997; BLOCHTEIN, 2000; CARVALHO et al., 2003).

Dentre as espécies de abelhas sem ferrão que ocorrem no Brasil, merecem destaque as espécies pertencentes ao gênero *Melipona*, sendo sua criação uma atividade desenvolvida em quase todas as regiões do país por pequenos e médios produtores (ALVES, 2004).

Os produtos dessas abelhas vêm ganhando cada vez mais espaço nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. O mel tem apresentado uma demanda crescente de mercado, sendo obtidos preços mais elevados que o mel das abelhas do gênero *Apis* (KERR et al., 1996). É um alimento apreciado por seu sabor característico, seu considerável valor nutritivo e por suas propriedades medicinais, destacando-se as características antissépticas e bactericidas (DAELLEN-BACH, 1981).

O aumento no consumo desse produto tem proporcionado um esforço da pesquisa, no sentido de caracterizar os méis quanto aos parâmetros físico-químicos e palinológicos fornecendo subsídios importantes na determinação da qualidade e na ampliação de mercado (KOMATSU, 1996).

De maneira geral, o mel produzido pelas espécies de meliponíneos apresenta diferenças em alguns parâmetros físico-químicos quando comparados ao mel produzido por *Apis mellifera*, principalmente com relação à sua umidade, que é bastante elevada, tornando-o menos denso que o mel das abelhas africanizadas (CARVALHO et al., 2005).

Apesar da importância dos meliponíneos, ainda são poucas as informações referentes à caracterização dos seus produtos e recursos tróficos utilizados. Considerando a importância do mel dessa abelha e o pequeno número de pesquisas voltadas à sua caracterização, novos estudos devem ser efetuados com vistas à obtenção de informações que venham qualificar esse produto.

1.1 Objetivo geral

Obter informações que auxiliem na caracterização do mel das abelhas sem ferrão, especificamente a caracterização botânica, físico-química e determinação de elementos-traço de maneira a fornecer subsídios para programas e medidas de incremento da atividade meliponícola.

1.1.1 Objetivos específicos

- Analisar as amostras de mel quanto a seus parâmetros físico-químicos e avaliar as possíveis ocorrências de contaminações com elementos-traço;
- Identificar, por meio da análise polínica, do mel as plantas que contribuem para a sua formação;
- Verificar se há similaridade entre os tipos polínicos identificados nas amostras de mel de Meliponinae.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Meliponíneos

Os meliponíneos pertencem ao Reino Animalia; Filo Arthropoda; Classe Insecta; Ordem Hymenoptera; Subordem Apocrita; Superfamília Apoidea; Família Apidae e Subfamília Meliponinae (MICHENER, 2007).

Abelhas sem ferrão, também chamadas de indígenas, constituem um grupo de abelhas que apresentam o ferrão atrofiado, reunindo inúmeras espécies, que ocorrem diversamente de região para região. Atualmente são conhecidas cerca de 300 espécies distribuídas em aproximadamente 40 gêneros, sendo que mais de 70% destas espécies ocorrem nas Américas (VELTHUIS, 1997).

Essas abelhas estão subdivididas em duas tribos: Meliponini, constituída apenas pelo gênero *Melipona* e encontrada, exclusivamente, na região Neotropical apresentando diversas espécies como: mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1936), uruçú-verdadeira (*M. scutellaris* Latreille, 1811), uruçú-boca-de-renda (*M. seminigra* Friese, 1903), uruçú-amarela (*M. mondury* Smith, 1863), guaraipo (*M. bicolor* Lepeletier, 1836), manduri (*M. marginata* Lepeletier, 1836) e Trigonini, com espécies disseminadas em toda a área dos trópicos sendo representada por diversos gêneros tais como: jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811), mirins (*Plebeia* sp.), borá (*Tetragona clavipes* Fabricius, 1804), irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius, 1793), tubuna (*Scaptotrigona depilis* Moure, 1942), bijuí (*S. polysticta* Moure, 1950), tujumirim (*S. xanthotricha* Moure, 1950), marmeladas (*Frieseomelitta* sp.), mombucão (*Cephalotrigona capitata* Smith, 1854), caga-fogo (*Oxytrigona tataira* Smith, 1863), entre outras (NOUGUEIRA-NETO, 1997).

Segundo Nogueira-Neto (1997), os Meliponini caracterizam-se por não construírem células reais. Todos os indivíduos da colônia nascem e se desenvolvem, até o estágio adulto, dentro de células de cria de igual tamanho. Além disso, a entrada dos ninhos está quase sempre, em todas as espécies, no centro de uma estrutura de terra, ou de geoprópolis (argila e resinas vegetais), crateriforme, raiada. Já os Trigonini constroem quase sempre células reais, maiores que as outras, de onde emergem as futuras rainhas (NOGUEIRA-NETO, 1951).

As abelhas sem ferrão constroem seus ninhos em cavidades pré-existentes como ocos de árvores, ou espaços no solo, tais como, tocas abandonadas, ou até mesmo dentro de cavidades de ninhos de algumas espécies de cupins e formigas. Outras espécies nidificam em fendas de rochas, construções, etc. (VELTHUIS, 1997).

A criação de abelhas sem ferrão está associada com as espécies que produzem e armazenam maior quantidade de mel, e é definida como meliponicultura. Devido à predileção do gênero *Melipona* pelos criadores o termo persiste mesmo para criações onde espécies de outros gêneros predominem (VENTURIERI et al., 2007).

O principal produto da meliponicultura é o mel, porém diferente daquele produzido pela apicultura. Entre as diversas peculiaridades dos méis de meliponíneos, destacam-se sua maior acidez e maior quantidade de água. Outra característica importante a ser destacada é a forma dos meliponíneos armazenarem o mel em seu ninho. Os méis depois de coletados e desidratados pelas abelhas são dispostos em potes de cerume, uma mistura de cera e resina vegetal. Esses potes, além de ajudarem na conservação, influenciam na cor e no sabor dos méis estocados em seu interior. Estes três fatores mencionados, por si só, já conferem aos méis de meliponíneos características suficientes para serem tratados por seus criadores, pesquisadores e órgãos reguladores como um produto à parte, que necessita de regulamentação própria para sua comercialização (VENTURIERI et al., 2007).

Embora a produção de mel das abelhas sem ferrão seja inferior à da abelha africanizada, os meliponíneos possuem vantagens muito importantes em relação às outras espécies, principalmente pelo fato de elas estarem muito mais adaptadas à polinização das árvores de nossa flora e à nossa cultura e realidade. Além disso, o mel dos meliponíneos obtém melhor preço no mercado, por se tratar de um produto especial, raro. O aroma e o sabor desses méis possuem características únicas, dependendo da florada e da espécie de abelha que produziu (VENTURIERI, 2008).

2.1.2 Mel

O mel sempre foi considerado um produto especial, utilizado pelo homem desde os tempos mais remotos. Evidências de seu uso pelo ser humano aparecem desde a pré-história, com inúmeras referências em pinturas rupestres e em manuscritos e pinturas do antigo Egito, Grécia e Roma (PEREIRA et al., 2003). No Egito antigo, o mel era o medicamento mais popular, participando na composição de 500 dos 900 remédios da época, com registros decifrados. O mel, primeira fonte de açúcar utilizada pelo homem, também era símbolo de fartura (COUTO; COUTO, 2002).

A utilização do mel na nutrição humana não deveria limitar-se apenas a sua característica adoçante, como excelente substituto do açúcar, mas principalmente por ser um alimento de alta qualidade, rico em energia e inúmeras outras substâncias benéficas ao equilíbrio dos processos biológicos de nosso corpo (PEREIRA et al., 2003). Sua utilização vai além do uso como alimento, também como medicamento, devido às suas propriedades antissépticas e como conservante de frutas e grãos (SILVA et al., 2004; BERA; ALMEIDA-MURADIAN, 2007).

Como produto alimentício das abelhas melíferas tem-se o mel, que é produzido a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas das plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colméia (BRASIL, 2000).

Para Carvalho et al. (2013), entende-se por mel floral das espécies de abelha sem ferrão (Meliponini) o produto alimentício produzido por estas abelhas, a partir do néctar das flores, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam maturar nos potes dentro das colônias.

A quantidade de mel produzida por meliponíneos é menor que a produzida por abelhas *Apis mellifera*, porém suas características sensoriais diferenciadas lhe proporcionam grande aceitação, fazendo com que este produto alcance no mercado preços mais altos. (CARVALHO et al., 2005; BRUENING, 2001; ANACLETO et al., 2009).

O mel é consumido mundialmente por ser considerado um edulcorante natural e energético, com predominância dos açúcares, glicose, frutose, sacarose (70% de carboidratos) e água, na qual os açúcares estão dissolvidos (CRANE, 1983; BARROS; BATISTA, 2008; AROUCHA et al., 2008). O mel mais produzido, comercializado e consumido no mundo é o mel oriundo do néctar, secretado pelos nectários das flores (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005).

Este produto pode ser classificado quanto à sua origem em mel floral ou mel de melato (melato). O mel floral é obtido dos néctares das flores, e ainda pode ser classificado em: mel unifloral ou monofloral (quando o produto procede principalmente da origem de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias) ou mel multifloral ou polifloral (obtido a partir de diferentes origens florais). O mel de melato é formado principalmente a partir de secreções de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas (BRASIL, 2000).

2.1.3 Análises físico-químicas

A obtenção de parâmetros físico-químicos de méis é importante para sua caracterização (SERRANO et al., 2004), como também é primordial para garantir a qualidade desse produto no mercado. Além disso, é de fundamental importância a caracterização regional de méis, levando-se em consideração a grande diversidade botânica e a variação climática de cada região (TERRAB et al., 2001).

A finalidade da determinação dos parâmetros físico-químicos dos méis é comparar os resultados obtidos com os padrões estipulados por instituições internacionais e nacionais, visando à preocupação com a qualidade do produto, tanto para consumo interno como para exportação, protegendo o consumidor de adquirir um produto adulterado (CARVALHO et al., 2005; MARCHINI et al., 2004).

O mel contém uma mistura complexa de carboidratos principalmente glicose e frutose, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, vitaminas, pigmentos, cera e pólen, que contribuem para sua cor, odor e sabor (CRANE, 1983; FALLICO et al., 2004; KÜÇÜK et al., 2007).

Os componentes encontrados em maior concentração no mel são os carboidratos, sendo responsáveis por sua qualidade e propriedades, como:

viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e atividade antibacteriana (CRANE, 1975; WHITE JUNIOR, 1979). A fração monossacarídica é composta basicamente de frutose e glicose. Os demais açúcares são representados por dissacarídeos e trissacarídeos (WHITE JUNIOR, 1979). Dentre os dissacarídeos, a sacarose representa em média 2 a 3% dos carboidratos e quando superior a este valor, geralmente indica um mel verde ou adulterado. A sacarose é um açúcar não redutor, passível de hidrólise através de ácidos diluídos ou enzimas (invertase), resultando nos monossacarídeos, frutose e glicose (VIDAL; FRAGOSI, 1984; OZCAN et al., 2007).

A água é o segundo maior componente na composição do mel e seu percentual pode ser influenciado pela origem botânica da planta, por condições climáticas e pelo manejo durante a colheita. É considerada uma das características mais importantes por influenciar em várias características do mel, como a viscosidade, peso específico, maturidade, sabor e cristalização (SILVA et al., 2010).

Este índice pode variar em regiões com umidade relativa alta, ou seja, também pode variar em função da estação do ano; na estação chuvosa o risco de fermentação é maior do que na seca. A umidade do mel também pode aumentar durante as operações de processamento do produto, bem como as condições inadequadas de armazenamento (SILVA et al., 2010).

Geralmente quando o mel está maduro tem menos de 18,5% de umidade (SEEMANN; NEIRA, 1988; CANO et al., 2001). O mel armazenado com o teor correto de umidade é um produto mais garantido e extremamente durável (MORAES et al., 1989).

Bogdanov (2009) estabelece um intervalo de 15% a 20% para a umidade nos méis e ressalta que este parâmetro é importante para avaliar a vida de prateleira sendo observados que valores superiores a 17% podem ocasionar fermentação, por favorecerem o desenvolvimento das leveduras. Estes índices podem ser alterados durante o processamento e estocagem, pois o mel, por ser higroscópico, absorve a umidade relativa de ambientes com valores superiores a 60%.

O teor máximo de umidade admitido para mel pela Legislação Brasileira não deve ser superior a 20% (BRASIL, 2000). Já na comunidade europeia o teor máximo admitido é de 21% (FELLER-DEMALSY et al., 1989).

De acordo com Abreu et al. (2005), valores de umidade superiores a 22% podem gerar fermentação e possível perda do produto, além de influenciar na

multiplicação de microrganismos como fungos e leveduras. Denardi et al. (2005) ressaltaram que com valores de umidade no mel acima de 20%, sempre haverá um risco para a fermentação.

As enzimas invertase, diástase e a glucose-oxidase são encontradas em maiores proporções no mel, sendo produzidas pelas glândulas hipofaringeanas das abelhas. A invertase promove a hidrólise da sacarose do alimento coletado, transformando em glicose e frutose. A diástase tem a função de digerir a molécula de amido e está, possivelmente, envolvida na digestão do pólen, sendo sua presença um indicador de qualidade, indicando aquecimento e envelhecimento. A glucose-oxidase, em soluções diluídas, reage com a glicose formando ácidos glucônico e o peróxido de hidrogênio, capaz de proteger o mel da decomposição bacteriana (VANSELL; FREEBORN, 1929; CRANE, 1975, 1983).

Um dos constituintes mais discutidos no mel segundo Veríssimo (1988), é o hidroximetilfurfural (HMF), sendo este parâmetro utilizado como indicador de sua qualidade, uma vez que quando elevado indica uma queda considerável no seu valor nutritivo, pela destruição, através do aquecimento, de algumas vitaminas e enzimas, que são termolábeis.

O HMF é resultado da transformação dos açúcares, frutose e glicose encontrados naturalmente no mel. Esse processo é acelerado pelo aumento da temperatura, por isso, o HMF passou a ser utilizado como indicador de aquecimento, processamento inadequado ou mesmo adulterações com xaropes. Geralmente méis mais velhos apresentam valores de HMF mais elevados (WHITE JUNIOR, 1976). A legislação vigente estabelece um máximo para HMF de 60 mg kg^{-1} de mel (BRASIL, 2000).

A velocidade de produção do HMF pode ser influenciada também pelo pH do mel, este refere-se aos íons hidrogênio presentes numa solução (VIDAL; FRAGOSI, 1984). Todos os méis são ácidos e o pH é influenciado pela origem botânica, pela concentração de diferentes ácidos e pelo cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas (SEEMANN; NEIRA, 1988; FRIAS; HARDISSON, 1992).

O teor de cinzas expressa os minerais presentes no mel, o qual é bastante utilizado nas determinações que visam verificar sua qualidade. Os sais minerais encontrados no mel podem ser modificados por fatores relativos às abelhas, ao apicultor/meliponicultor, clima, solo e origem botânica (BOGDANOV et al., 1997; CARVALHO et al., 2000).

Outro parâmetro que pode ser utilizado como método suplementar na determinação da origem botânica do mel é a condutividade elétrica (AGANIN, 1971), sendo que a mesma tem correlação com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, além da proteína e outras substância presentes no mel (STEFANINI, 1991; CRANE, 1990; BOGDANOV et al., 1999).

Segundo Bogdanov et al. (1999), o conteúdo de cinzas no mel é um critério de qualidade e está relacionado com a sua origem botânica. Assim o mel de origem floral tem menos cinzas que o mel de honeydew.

Com base nas informações supracitadas, esforços voltados para a caracterização físico-química do mel produzido em diferentes regiões, são importantes na geração de informações sobre o padrão de qualidade do produto, subsidiando novas ações de pesquisa e programas de apoio e fomento atividade meliponícola.

2.1.3.1 Elementos-traço (metais pesados)

A exposição e contaminação humana por metais pesados podem ser provenientes de várias vias: através do ar, água, solo e alimentos. Muitos dos metais pesados têm propriedades acumulativas (TRESSOU et al., 2004) e são particularmente preocupantes para as crianças, devido à capacidade de ingerir quantidades relativamente mais altas de metais do que os adultos, em termos de consumo por peso do corpo humano (VIRGA et al., 2007).

É crescente a preocupação com alimentação associada a riscos para a saúde decorrente da liberação de contaminantes tóxicos. O impacto antropogênico no ambiente, especialmente sob a forma de poluição atmosférica é uma das maiores preocupações no âmbito mundial. A inalação do material particulado, o consumo de alimentos e água contaminados são as vias mais comuns de contaminação direta e indireta para o homem (PANDEY et al., 2012).

Os metais pesados contribuem de forma significativa para a poluição do ar, solo e água interferindo temporariamente na manutenção da biota terrestre e aquática podendo acarretar um problema de saúde pública quando ingerido em concentrações elevadas. Atualmente, um dos principais problemas de poluição atmosférica identificado nos grandes centros urbanos decorre de emissões industriais e de veículos automotores. Estes poluentes se agregam ao material

particulado suspenso no ar e se depositam no solo, água e plantas (SILVA et al., 2013).

Os elementos-traço só tiveram sua importância reconhecida na saúde humana pela Organização Mundial da Saúde em 1973 com a elaboração do documento que estabeleceu sua importância, requerimento e metabolismo em seres humanos, sendo atualizado de 1988 a 1990, em colaboração com a Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas e com a Agência Internacional de Energia Atômica, evidenciando as relações dos elementos-traço na nutrição e saúde humana (WHO, 1996).

Metais pesados como o cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), manganês (Mn), mercúrio (Hg) e zinco (Zn) podem ser citados como os mais estudados, devido a seus efeitos à saúde humana (SEGURA-MUÑOZ, 2002). A contaminação com metais pesados pode estar relacionada com resíduos industriais e domésticos e entradas atmosféricas (SREENIVASA-RAO, 2006).

Organismos que nos servem como medidas para informar as condições ambientais de um determinado local são considerados como espécies bioindicadoras. Estes organismos podem ser de várias espécies animais ou vegetais e, muitas vezes os seus órgãos ou seus produtos é que são utilizados como bioindicadores. O mel e pólen apícola, dentre outros produtos das abelhas, são bons exemplos de bioindicadores. Atualmente, estes são utilizados para estudos que envolvem monitoramento de poluição ambiental (ARAÚJO, 2012; CONTI; BOTRE, 2001; SILVEIRA et al., 2013).

Segundo Porrini et al. (2003), elementos-traço presentes na atmosfera podem se depositar nos pêlos do corpo das abelhas e serem trazidos para as colônias juntamente com o pólen ou podem ainda ser absorvidos juntamente com o néctar das flores ou trazidos pela água ou melato.

Produtos apícolas/meliponícolas que apresentam elementos-traço em níveis acima dos estabelecidos por legislações pertinentes representam ameaça para os seres humanos em função dos efeitos negativos e cumulativos de tais contaminantes para o organismo. Pesquisas científicas apontam as características negativas de vários metais pesados sobre a saúde do homem (DESCHAMPS; MATSCHLLAT, 2007).

Conforme Fiszman et al. (1984), entre os elementos-traço passíveis de contaminar os produtos da colônia, os principais são: chumbo (Pb), cobre (Cu), zinco (Zn), cádmio (Cd), alumínio (Al), cobalto (Co) e estrôncio (Sr).

A presença desses contaminantes nos produtos das abelhas pode advir da origem geográfica e botânica, bem como, dos fatores antropogênicos no entorno das colônias (BOGDANOV et al., 2007).

As abelhas forrageiam num raio de aproximadamente 3 km - incluindo diferentes ambientes, plantas e alimentos. Na procura de néctar, “honeydew”, pólen e exsudatos de plantas dentro de seu raio de ação, as abelhas entram em contato com plantas, água, ar e solo. Onde existe contaminação ambiental as abelhas também se contaminam e carregam poluentes do entorno para as colônias ou coletam matéria prima contaminada (PORRINI et al., 2003; POHL, 2009). Neste caminho contaminam os produtos meliponícolas interferindo na sua composição e qualidade.

Os metais cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb) e zinco (Zn) foram estudados neste trabalho devido à sua importância enquanto contaminantes ambientais.

2.1.3.1.1 Cádmio

O cádmio tornou-se um dos metais mais pesquisados devido à sua lenta excreção e longa meia-vida (décadas) em todo organismo humano. Verificou-se também que como resultado da ingestão de alimentos contaminados pelo referido metal, poderia haver danos renais e distúrbios no metabolismo do cálcio (OGA, 2003).

Em casos de intoxicação inicial pela ingestão de sais de cádmio observam-se como sintomas câibras, náuseas, vômitos e diarreia. O cádmio tende a se concentrar no fígado, rins, pâncreas e tireóide de pessoas e animais. Uma vez que entra no organismo, é provável que permaneça. Normalmente, muitas plantas e tecidos animais contêm aproximadamente 1 mg de cádmio por kg de tecido, mas não há evidências de que o cádmio seja essencial ou benéfico (SAMPAIO, 2003).

A ingestão de cádmio pode causar fibrose e edema pulmonar, enfisema pulmonar, doenças renais como proteinúria e glicosúria, hipertensão arterial sistêmica, diminuição da produção de anticorpos, anemia e diminuição da

testosterona (MIGUEL, 2013). O consumo diário de cádmio pelo homem pode variar de 4 a 60 µg, dependendo dos alimentos ingeridos (SAMPAIO, 2003).

2.1.3.1.2 Chumbo

O chumbo é encontrado como poluente ambiental pela emissão industrial, principalmente por fábricas de baterias, incineradores e, também, por ingestão de alimentos contaminados. Durante os últimos anos fontes de contaminação ambiental por chumbo têm diminuído tanto pela abolição de chumbo na gasolina como também pelo fato de serem banidas as soldas em embalagens de alimentos e bebidas (NASCIMENTO et al., 2006).

Dentre alguns efeitos potenciais sobre a saúde, a contaminação por chumbo no ser humano pode causar cansaço, irritabilidade, anemia, tontura, dor de cabeça, tremores musculares, transtornos sensoriais, perda de memória e redução das funções neurofisiológicas (DAVIES et al., 2006; CARVALHO et al., 2008).

2.1.3.1.3 Cobre

Concentrações elevadas de cobre é prejudicial à saúde, porém, em pequenas quantidades é benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias (EISLER, 2000).

No meio ambiente o cobre é proveniente de corrosão de efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos e escoamento superficial. As águas subterrâneas podem ser contaminadas a partir de uso agrícola do cobre como fungicida e pesticida no tratamento de solos e efluentes (DAVIES et al., 2006; CARVALHO et al., 2008).

2.1.3.1.4 Zinco

O zinco é o segundo microelemento mais encontrado no organismo humano. Encontra-se envolvido no metabolismo (síntese e degradação) de proteínas, carboidratos e lipídeos, sendo essencial nos processos de diferenciação e

replicação celulares, assim como na função fagocitária e de imunidade celular (SALGUEIRO et al., 2000).

Este mineral constitui muitas enzimas envolvidas em processos metabólicos, tais como a síntese e degradação de ácidos nucléicos e no metabolismo dos micronutrientes. Além disso, o zinco é um importante estabilizador da membrana celular, o que favorece a integridade da célula e do órgão e exerce ainda papel fundamental no processo de expressão genética, na mobilização de vitamina A, na maturação sexual, fertilidade e reprodução (SALGUEIRO et al., 2000).

Tem-se mostrado a importância do zinco no resultado da gestação. A deficiência de zinco foi associada com complicações da gravidez e parto, e também com retardo de crescimento e anormalidades congênitas em fetos (BLACK, 2001).

2.1.3.2 Voltametria

A voltametria é uma técnica eletroquímica onde as informações qualitativas e quantitativas de uma espécie química são obtidas a partir do registro de curvas corrente-potencial, feitas durante a eletrólise dessa espécie em uma cela eletroquímica constituída de pelo menos dois eletrodos, sendo um microeletrodo (o eletrodo de trabalho) e o outro de superfície relativamente grande (usualmente um eletrodo de referência). O potencial é aplicado entre os dois eletrodos em forma de varredura, isto é, variando-o a uma velocidade constante em função do tempo. O potencial e a corrente resultante são registrados simultaneamente. A curva corrente versus potencial obtida é chamada de voltamograma (ALEIXO, 2003).

Os primeiros estudos voltamétricos foram feitos por Heyrovsky e Kuceras em 1922 usando um eletrodo gotejante de mercúrio como eletrodo de trabalho e como eletrodo de referência um eletrodo de calomelano saturado. Portanto, a primeira técnica voltamétrica desenvolvida foi a polarografia (ALEIXO, 2003).

A polarografia é uma técnica voltamétrica em que uma curva de corrente versus potencial é obtida usando um eletrodo de trabalho líquido, cuja superfície pode ser renovada periodicamente ou continuamente, que é o clássico eletrodo gotejante de mercúrio e o eletrodo de gota estática de mercúrio (SANTOS; MASINI, 2008).

2.1.3.2.1 Voltametria de redissolução

A considerável sensibilidade das técnicas de redissolução na detecção de elementos-traço é atribuída à combinação de uma etapa de pré-eletrólise, com procedimentos de medição que geram sinais de correntes de oxidação ou redução com relação sinal/ruído favorável analiticamente. Considerando que os metais são pré-concentrados na superfície do eletrodo de trabalho por fatores de 100 a 1000 vezes, os limites de detecção podem sofrer diminuições de 2 a 3 ordens de magnitude o que permite chegar-se a determinações analíticas com limites abaixo da ordem de 10^{-7} a 10^{-8} mol L⁻¹ (MELLO, 2003).

Uma das técnicas que utiliza processos de pré-concentração é a voltametria de redissolução anódica muito empregada na determinação de metais pesados, uma vez que vários deles podem ser depositados no eletrodo de trabalho através de eletrólise de soluções de seus íons (CARVALHO, 2008).

Na voltametria de redissolução anódica a etapa de pré-concentração consiste de uma eletrodeposição a potencial constante e controlado da espécie eletroativa sobre um eletrodo estacionário. Esta etapa é seguida por uma etapa de repouso e uma de determinação, sendo que esta última consiste na redissolução de volta à solução da espécie anteriormente eletrodepositada (ALEIXO, 2003).

2.1.4 Interação abelhas x flora

A íntima associação abelha-flor, provavelmente, teve início há mais de 50 milhões de anos e, desde então, as abelhas dependem das flores para obtenção de substâncias utilizadas na alimentação e outros fins; as plantas são beneficiadas quando polinizadas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1994) ou, às vezes, prejudicadas quando as abelhas coletam os recursos sem efetuar a polinização (ROUBIK, 1992).

As abelhas utilizam vários recursos das plantas, como néctar para demanda energética e pólen para a protéica (VELTHUIS, 1997), resinas e ceras para construção do ninho, lipídios florais como alimento, fragrâncias como atrativo para cópula e marcação de território (ROUBIK, 1992).

A interação entre abelhas e plantas garantiu aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, que constitui uma importante adaptação evolutiva das plantas,

possibilitando novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2002). Em um processo de interação, muitas vezes mutualista, abelhas são atraídas às flores principalmente pela oferta de néctar e pólen utilizados como recurso alimentar (MINCKLEY; ROULSTON, 2006).

As abelhas são atraídas para as flores por meio dos dispositivos de atração das flores como cores, formas, substâncias aromáticas, e a presença de nectários, são estímulos ou fontes estimuladoras dos sensíveis detectores fisiológicos, como o olfato e o aparelho óptico desses insetos (FREE, 1993; ROUBIK, 1995)

A flora meliponícola de uma região é composta de espécies com diferentes graus de importância, determinados por fatores diversos que vão desde o número de plantas existentes até concentrações diferentes de açúcares no néctar e o estudo dessa flora é importante, pois fornece subsídios para formação de uma proposta técnica de manejo dos apiários/meliponários (LIMA, 2003).

O conhecimento sobre a flora apícola/meliponícola em uma determinada região é um passo importante para a exploração racional das colônias e para o desenvolvimento de programas de conservação da flora apícola. A observação direta e constante das plantas fornece informações de importância prática como dados de floração, frequência de visitas das abelhas às flores e a hora do dia em que ocorreu a visita (CARVALHO; MARCHINI, 1999; ALVES; CARVALHO, 2002).

As abelhas são agentes polinizadores dos mais variados tipos de plantas, desde Orchidaceae a ervas ruderais e árvores de grande porte em florestas primárias. Não obstante a áreas naturais, estima-se que as abelhas prestam serviço de polinização a 73% das plantas cultivadas, gerando lucros de bilhões de dólares anuais (KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002).

A conservação de polinizadores está intimamente ligada à preservação ambiental, à recuperação de áreas degradadas bem como ao fornecimento de alimento à população humana. Além da importância ecológica como polinizadores, abelhas sociais que armazenam néctar desidratado em forma de mel, tais como os meliponíneos e a *Apis mellifera*, exibem um importante papel econômico com a produção de mel, cera, própolis e outros produtos de uso antrópico (RAMALHO et al., 1989).

O potencial de produção apícola de uma região é determinado pelo revestimento florístico. O conjunto de plantas, principalmente as fornecedoras de pólen e néctar, do qual as abelhas dependem para viver e produzir, é chamado flora

apícola/meliponícola (VIDAL et al., 2008). As principais características para uma planta ser considerada apícola são: ser abundante na região, florescer copiosamente, preferencialmente por um período prolongado, e possuir néctar e/ou pólen acessíveis às abelhas (CASTRO, 1994; ALVES; CARVALHO, 2002).

Segundo Ferreira (1981) uma determinada planta pode apresentar características diferenciadas no fornecimento de recursos florais para as abelhas em função das condições edafo-climáticas. O inventário da flora utilizada pelas abelhas deve ser regional, uma vez que as espécies consideradas excelentes produtoras de néctar em uma região podem não ser em outra.

A intervenção humana decorrente de atividades agrícolas, construção de rodovias, aplicação de inseticidas, entre outras, reduz drasticamente a disponibilidade de recursos florais e áreas propícias para nidificação desses insetos (MICHENER, 2007). Dessa forma, medidas de proteção e conservação ambiental se fazem importantes para a manutenção das espécies.

Entre as metodologias utilizadas para realizar o inventário da flora meliponícola encontram-se a observação direta, a coleta da abelha na flor e a identificação dos tipos polínicos encontrados na massa de pólen transportada a colônia ou no mel estocado (SAKAGAMI et al., 1967; ABSY et al., 1984; WILMS; WIECHERS, 1997; RODANTE, 2003).

2.1.5 Análise polínica (melissopalinologia)

A análise polínica é de grande importância para o controle da qualidade de méis, que podem incluir numerosos grãos de pólen e elementos de melato (mel de excreções de Hemiptera), os quais, conjuntamente, podem fornecer informações do ambiente do qual o mel é proveniente (VON DER OHE et al., 2004).

A melissopalinologia constitui-se em um método para o estudo de plantas meliponícolas, podendo se identificar grande número de espécies, quando se dispõe de conhecimentos sobre a composição florística e fenologia da vegetação do local e uma coleção de referência do pólen dessas plantas (FREITAS, 1991).

O estudo dos tipos polínicos presentes em amostras de mel possibilita determinar padrões geográficos da flora visitada pelas abelhas e obter informações sobre a sua origem floral, fornecendo subsídios para os meliponicultores visando a preservação e ampliação do pasto meliponícola em uma determinada região e,

consequentemente, para o manejo das colônias (DURKEE, 1971; SEIJO et al., 1992; CARREIRA; JARDIM, 1994; BASTOS, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais para coleta das amostras

Foram definidos como locais de estudo os municípios do Paraná (Bandeirantes, 23°03'45"S; 50°18'45"W, altitude 420 m; Cornélio Procopio, 23°11'15"S; 50°41'15"W, altitude 676 m e Guaraqueçaba, 25°17'15"S; 48°19'1"W, altitude 20 m), Santa Catarina (Saltinho do Canivete/Mafra, 26°6'42"S, 49°48'25"W, altitude 800 m) e São Paulo (Icém, 20°18'45"S; 49°11'15"W, altitude 449 m), onde já haviam meliponários estruturados. A meliponicultura em ambos estados citados é uma atividade realizada por pequenos produtores com grande potencial (flora e adaptação das espécies nativas de abelhas).

3.2 Coleta das amostras de mel

As amostras, composta por 250 mL de mel, foram obtidas diretamente com os meliponicultores locais de acordo com pico de produção melífera de cada região no período compreendido entre abril a dezembro de 2011 e abril a dezembro de 2012.

Foram coletadas amostras das espécies de Meliponinae com ocorrência em cada estado: Paraná e Santa Catarina (*Cephalotrigona capitata*, *Melipona bicolor*, *Melipona marginata*, *Melipona mondury*, *Melipona quadrifasciata*, *Melipona scutellaris*, *Melipona seminigra*, *Scaptotrigona depilis*, *Scaptotrigona xanthotricha* e *Tetragonisca angustula*) e São Paulo (*Scaptotrigona depilis*, *Scaptotrigona polysticta* e *Tetragonisca angustula*) (Anexo A).

As amostras foram coletadas com seringas descartáveis, colocadas em recipientes plásticos devidamente identificados, acondicionadas em bolsas térmicas e encaminhadas ao laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, onde foram realizadas as análises.

3.3 Análises físico-químicas das amostras de mel

3.3.1 Açúcares redutores (AR) e sacarose (Sac)

A determinação desses parâmetros foi realizada conforme o método utilizado por Lane; Eynon (1934) e Copersucar (1987) modificado por Marchini et al. (2004).

a) Açúcares redutores (%)

Solução da amostra: foram pesados 2,5 g da amostra de mel e dissolvidos em 50 mL (A) de água destilada.

Determinação de açúcares redutores: uma alíquota de 10 mL (b) da solução da amostra foi pipetada e diluída para 200 mL (B) com água destilada. Realizou-se a titulação dessa solução com 10 mL do licor de Fehling, anotando-se o volume gasto (Va). Para titulação utilizou-se a bureta de Mohr (50 mL) acoplada a uma câmara Redutec. O procedimento foi repetido 3 vezes, sendo que no final utilizou-se, a média aritmética na equação 1.

Para titulação utilizou-se a bureta de Mohr (50 mL) acoplada a uma câmara Redutec.

b) Sacarose (%)

Solução da amostra: foram pesados 2,5 g da amostra de mel e dissolvidos em 50 mL (A) de água destilada.

Determinação da sacarose: foi pipetada uma alíquota de 10 mL (b) da solução da amostra para um balão volumétrico de 200 mL contendo 20 mL de ácido clorídrico a 0,75 N mantendo a mesma em banho-maria a 65°C por 30 minutos. Após esse tempo a solução foi retirada do banho-maria e colocada para resfriar em temperatura ambiente. Em seguida a solução foi neutralizada com hidróxido de sódio a 0,75 N, até o ponto de viragem utilizando como indicador uma solução de fenolftaleína e diluída em balão volumétrico de 200 mL (B) com água destilada. A solução foi titulada com 10 mL do licor de Fehling anotando o volume gasto (Vah). Para titulação utilizou-se a bureta de Mohr (50 mL) acoplada a uma câmara Redutec. O procedimento foi repetido 3 vezes, sendo que no final utilizamos a média aritmética na equação 2.

c) Padronização do licor de Fehling

Foi pipetada uma alíquota de 25 mL (c) da solução padrão de açúcar invertido a 2% e diluída com água destilada em balão volumétrico de 200 mL (C). Esta solução foi utilizada para titular 10 mL do licor, anotando o volume gasto (Vp). Para a titulação utilizou-se a bureta de Mohr (50 mL) acoplada a uma câmara Redutec. O procedimento foi repetido 3 vezes, sendo que no final utilizamos a média aritmética nas equações 1 e 2.

$$\text{Equação 1.} \quad AR = \frac{V_p.A.B.c}{V_a.P.b.c}$$

$$\text{Equação 2.} \quad Sac = \left\{ \left(\frac{V_p.A.B.c}{V_{ah}.P.b.c} \right) - AR \right\} \cdot 0,95$$

onde:

Vp = volume gasto na padronização do licor de Fehling, utilizando a solução diluída do padrão em mL;

Va = volume gasto na titulação da amostra utilizando a solução diluída da amostra, mL;

Vah = volume gasto na titulação da amostra hidrolisada, utilizando a solução diluída da amostra após o processo de hidrólise da amostra, mL;

0,95 = fator de conversão da porcentagem de açúcares redutores para sacarose aparente;

P = massa da amostra em g;

A = volume do balão da solução da amostra em mL;

B = volume do balão da solução diluída da amostra em mL;

b = volume pipetado da solução da amostra para o balão da solução diluída em mL;

C = volume do balão da diluição padrão de açúcar invertido 2% em mL;

c = volume pipetado da solução padrão de açúcar invertido 2% para balão da solução diluída do padrão em mL.

3.3.2 Atividade diastásica

A atividade diastásica foi determinada conforme a metodologia da A.O.A.C. (1990). Uma solução de mel tamponada de amido-mel foi mantida em banho-maria a 40°C por um tempo necessário para ser obtido o ponto final específico (em espectrofotômetro operando em uma faixa de absorbância de 660 nm). A atividade diastásica corresponde ao número da escala Gothe que é obtido dividindo-se 300 pelo tempo gasto em minutos para se obter uma absorbância menor que 0,235 nm (ponto final específico).

3.3.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi medida utilizando um condutivímetro HI8820N. Para tanto uma solução contendo 10 g de mel dissolvidos em 50 mL de água destilada foi utilizada para leitura (em $\mu\text{S cm}^{-1}$) de cada amostra (B.O.E., 1986).

3.3.4 Cor

Para determinação da cor dos méis utilizou-se um espectrofotômetro operando em uma faixa de absorbância de 560 nm, em célula de quartzo de 1 cm e tendo como branco a glicerina pura. De acordo com o valor registrado os mesmos foram classificados segundo a escala de cores de Pfund (VIDAL; FRAGOSI, 1984).

3.3.5 Hidroximetilfurfural

A determinação do hidroximetilfurfural foi baseada na leitura em diferentes escalas de absorbância (comprimentos de 284 a 336 nm) em espectrofotômetro (A.O.A.C., 1990). O HMF é expresso em mg kg^{-1} por meio da equação:

$\text{HMF} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/W$, onde:

A_{284} = absorbância em 284 nm

A_{336} = absorbância em 336 nm

D = fator de diluição, caso seja necessário

W = peso em g da amostra de mel

3.3.6 pH e Acidez

O pH e a acidez foram determinados segundo a metodologia adotada pelo Instituto de Zootecnia, em Pindamonhangaba, SP (MORAES; TEIXEIRA, 1998).

O valor do pH foi determinado utilizando uma solução contendo 10 g de mel dissolvido em 75 mL de água destilada, esta foi homogeneizada e submetida a leitura em medidor de pH.

A acidez foi obtida realizando a neutralização da solução ácida do mel (10 g de mel dissolvidos em 75 mL de água destilada) utilizando uma solução de hidróxido de sódio 0,1 N e uma solução indicadora de fenolftaleína 1% até a obtenção da cor rosa por 10 segundos, registrando-se a leitura do volume de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação. O resultado é expresso em meq kg⁻¹ utilizando da equação:

Acidez = $V_{(NAOH)} \times P_A$, onde:

$V_{(NAOH)}$ = volume gasto de NAOH (mL)

P_A = peso da amostra (g)

3.3.7 Teor de Cinzas

O teor de cinzas presente nas amostras foi determinado realizando-se a incineração em mufla à 550°C de 1 g de mel (em cadinho) por 3 horas (PREGNOLATO; PREGNOLATO, 1985). O resultado é expresso em % de acordo com a equação:

Cinzas = $[(m1 - m2)/m3] \times 100$, onde:

$m1$ = peso do cadinho com as cinzas (g)

$m2$ = peso do cadinho (g)

$m3$ = peso da amostra de mel (g)

3.3.8 Umidade

A umidade das amostras foi registrada utilizando um refratômetro digital portátil (Atago PAL-1 3810), com escala expressa em percentagem (%) (ATAGO Co., 1988).

3.4 Elementos-traço (metais pesados)

3.4.1 Digestão ácida das amostras

O procedimento de digestão das amostras foi realizado no Laboratório de Tecidos Vegetais do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, sendo indicado para determinação de baixas concentrações de elementos, seguindo a metodologia indicada por Krug (2008).

Foram pesados aproximadamente 2 g de cada amostra em tubos de digestão de 50 mL e acrescentaram-se 5 mL de ácido nítrico 65% (HNO_3). A mistura foi mantida em repouso por 24 horas, para iniciar a decomposição dos compostos orgânicos mais facilmente. Posteriormente os tubos foram colocados em bloco de digestão e aquecidos até 160°C por 30 minutos. Em seguida, aguardou-se o resfriamento dos tubos com as amostras para adição de 2 mL de ácido nítrico e 1,5 mL de ácido perclórico (H_2O_2) obedecendo esta sequência, pois caso contrário existe um grande risco de explosão.

Após a etapa citada, os balões voltaram para o bloco de digestão e permaneceram por aproximadamente 1 hora e 30 minutos, observando-se o clareamento do líquido. Em seguida, os balões foram mantidos na chapa, até a evaporação total dos gases. Ao final do procedimento, uma lâmina pequena da amostra no balão, foi transferida para o balão de 25 mL, sendo adicionado água ultra-pura (18,2 Mohm cm) para completar o volume do balão, sendo posteriormente as amostras transferidas para tubos Falcon de 50 mL esterilizados e armazenadas em geladeira ($\approx 4^\circ\text{C}$).

Toda a vidraria utilizada foi colocada em HNO_3 a 10% durante 24 horas para descontaminação. Antes do uso, todo o material foi enxaguado com água ultra pura.

Utilizou-se uma solução padrão (solução-branco) contendo apenas os ácidos, esta foi submetida aos mesmos procedimentos de digestão das amostras de mel.

3.4.2 Determinação dos elementos-traço: cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb) e zinco (Zn)

Para determinação dos metais presentes nas amostras de mel foi utilizada a técnica de Voltametria de Redissolução Anódica de Pulso Diferencial (DPASV).

Um analisador voltamétrico 767 VA Computrace Metrohm® foi utilizado para medidas eletroquímicas. O analisador estava interligado a um computador no qual havia sido instalado o software, 767 VA Computrace versão 1.3.1 Metrohm® que permitia o registro das medidas. A calibração foi feita por adição de padrão a cada amostra analisada, seguindo assim os parâmetros e condições de análises apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros e condições utilizadas na célula voltamétrica para as determinações de Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} e Zn^{2+}

Parâmetros voltamétricos	Unidade	Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} e Zn^{2+}
Volume da amostra diluída	mL	1
Volume de água ultra pura	mL	10
<i>Eletrólitos</i>		
KCl (1,5 mol L ⁻¹) e C ₂ H ₃ NaO ₂ (0,5 mol L ⁻¹)	mL	2
Eletrodo de trabalho		HMDE
Número de gotas 4		4
Número de adições 2		2
Número de replicações		3
Eletrodo de referência		Ag/AgCl (KCl 3 mol L ⁻¹)
Eletrodo auxiliar		Platina
Velocidade de agitação	rpm	2000
Tempo de purga (N ₂ ultra puro)	s	300
Tempo de purga adicional	s	10
Potencial de deposição	V	1,15
Tempo de deposição	s	90
Tempo de equilíbrio	s	10
Amplitude do pulso	mV	0,05
Potencial inicial	V	-1,15
Potencial final	mV	50
Degrau de tensão	mV	6
Tempo de degrau de tensão	s	0,1
Taxa de varredura	V/s	0,06
Zn ²⁺	V	0,98
Cd ²⁺	V	0,61
Pb ²⁺	V	0,38
Cu ²⁺	V	0,16

3.5 Análises polínicas das amostras de mel

As amostras de méis foram preparadas utilizando-se o método de Erdtman (1960) como base para as análises. De cada amostra foram retirados 10 g de mel, diluídos em 20 mL de água morna (40°C); a mistura foi centrifugada por 10 minutos a 2.400 rpm e o líquido sobrenadante descartado. O sedimento polínico foi submetido ao processo de acetólise para melhor observação dos grãos de pólen. O sedimento resultante foi montado em lâminas com gelatina glicerizada para as posteriores análises qualitativa e quantitativa.

a) Método qualitativo: a análise qualitativa (identificação dos tipos polínicos presentes nas amostras) foi determinada por comparação com o laminário referência do Laboratório de Insetos Úteis da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP e nas descrições obtidas em literatura especializada como Barth (1970a,b,c, 1971, 1989, 1990, 2004, 2006); Barth et al. (2005, 2006); Moreti et al. (2007).

b) Método quantitativo: a análise quantitativa foi realizada por meio de contagem consecutiva de 1.000 grãos de pólen/amostra determinando-se as porcentagens e classes de ocorrência que segundo Louveaux et al. (1978) são: pólen dominante (>45% do total de grãos) (PD), pólen acessório (16 a 45%) (PA), pólen isolado importante (3 a 15%) (PII) e pólen isolado ocasional (<3%) (PIO).

Através da análise quantitativa (contagem consecutiva de até 1.000 grãos de pólen/amostra), foi determinada a frequência relativa, de cada tipo polínico:

$$f = \left[\frac{n_i}{N} \right] \cdot 100$$

onde,

f = frequência relativa do tipo polínico i na amostra j ;

n_i = número de grãos de pólen do tipo polínico i na amostra j ;

N = número total de grãos de pólen na amostra j .

Com os dados obtidos foi possível estabelecer o índice de similaridade entre os tipos polínicos presentes nas amostras de mel utilizando-se o coeficiente de similaridade de Sørensen, expresso por: $CCs = 2c / (s1 + s2)$, onde: $s1$ é o número de tipos polínicos nas amostras $x1$, $s2$ o número de tipos polínicos nas amostras $x2$ e c é o número de tipos polínicos comuns a ambas). Os valores do coeficiente de similaridade de Sørensen variam de 0 (quando nenhum tipo polínico comum é encontrado) a 1 (quando todos os tipos polínicos são encontrados em ambas as amostras).

3.6 Análises estatísticas

3.6.1 Análise de variância (ANOVA)

Foram verificados os pressupostos da análise de variância por meio da família de transformação ótima de Box-Cox (1964) e o teste de Hartley (1950) foi aplicado para verificar a homogeneidade de variâncias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, os tratamentos constituíam-se das amostras de mel das espécies *C. capitata*, *M. bicolor*, *M. marginata*, *M. mondury*, *M. quadrifasciata*, *M. scutellaris*, *M. seminigra*, *S. depilis*, *S. polysticta*, *S. xanthotricha* e *Tetragonisca angustula* analisadas separadamente por localidade (municípios/Estados), ou seja, apenas um fator.

Após a verificação dos pressupostos da ANOVA, aplicou-se o teste F ($p < 0,05$) para verificar possíveis diferenças entre tratamentos. Aplicou-se o teste Tukey ($p < 0,05$) para as variáveis que apresentaram essa diferença. Os dados foram analisados utilizando-se o programa computacional (SAS/STAT, 2003).

3.6.2 Análise discriminante canônica

Os parâmetros físico-químicos estudados foram avaliados por uma análise exploratória, a análise dos componentes principais (ACP ou PCA – ‘Principal Component Analysis’), usando o software estatístico XLSTAT (2010).

A análise discriminante canônica encontra a combinação linear das variáveis dependentes que produza a maior diferenciação entre as duas ou mais variáveis independentes previamente definidas (MANLY, 2008). Posteriormente, usa-se a

função (combinação linear) para categorizar novas amostras e a classificação para separar as amostras em grupos homogêneos. O número de grupos numa função discriminante é definido antes da análise, enquanto que a classificação desses grupos não é pré-estabelecida. No presente trabalho foram consideradas como grupos as diferentes espécies de meliponíneos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físico-químicas

4.1.1. Cor

A cor dos méis avaliados variou do âmbar claro (0,302 nm) ao âmbar escuro (1,225 nm). Há diferença estatística na cor do mel de *Tetragonisca angustula* nos diferentes locais e quando comparado com as outras espécies também houve diferença. As demais espécies não diferiam com relação a cor nos distintos locais de coleta das amostras (Tabela 2). Os valores médios registrados para cor dos méis analisados encontram-se dentro da norma vigente que pode variar desde o branco-água até âmbar-escuro (BRASIL, 2000).

Tabela 2 – Comparação entre os valores médios de cor (nm) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / Cor				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	0,925 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,705 ab A	-	-	0,440 A	-
<i>Melipona marginata</i>	0,700 ab A	-	-	0,540 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,790 ab A	-	-	0,320 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,640 ab A	0,260 A	-	0,270 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	0,562 ab A	0,930 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	0,723 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,430 a A	-	1,225 aA
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	0,934 ab
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	0,600 ab	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	0,302 b C	1,020 A	0,520 a BC	0,820 AB	0,536 b BC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A coloração do mel depende quase que, exclusivamente, da origem da floral. Geralmente, o mel escuro tem mais sais minerais do que o mel claro. Estudos mostram que os mais escuros podem ter de quatro a seis vezes mais sais minerais

que os claros, com destaque para o manganês, potássio, sódio e ferro (COUTO; COUTO, 2002).

A cor mais escura é uma característica dos méis que contêm maiores quantidades de açúcares redutores (BIANCHI, 1989; CORTOPASSI-LAURINO; GELLI, 1991; FELLER-DEMALSY et al., 1989). Segundo Campos (1987) méis com maiores índices de diástase tendem a apresentar coloração escura. No mercado mundial o mel é avaliado por sua cor, sendo que méis mais claros alcançam preços mais elevados (CARVALHO et al., 2003).

4.1.2 Umidade

Observa-se que não houve diferença estatística para os valores médios de umidade nos diferentes locais de origem das amostras e sim entre as espécies do mesmo local (Tabela 3). Entre as amostras estudadas a umidade média variou de 25,99% (*M. bicolor*) a 36,89% (*M. quadrifasciata*). O limite máximo sugerido para méis de meliponíneos é 35% (VILLAS BOAS; MALASPINA, 2005).

Tabela 3 – Comparação entre os valores médios de umidade (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / Umidade				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	32,10 ab	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	36,18 a A	-	-	27,47 A	-
<i>Melipona marginata</i>	32,44 ab A	-	-	31,40 A	-
<i>Melipona mondury</i>	29,97 ab A	-	-	28,83 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	36,89 a A	35,87 A	-	34,60 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	33,98 ab A	23,17 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	27,85 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	27,83 a A	-	31,88 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	30,82 ab
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	29,84 ab	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	25,99 b A	25,67 A	30,02 a A	25,73 A	26,92 b A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A umidade das amostras de mel foi mais elevada que o limite estabelecido pelas normas brasileiras e internacionais (BRASIL, 2000) que permite o máximo de 20% para mel. O mel de abelhas sem ferrão apresenta umidade mais elevada quando comparado ao mel de *Apis*, sendo que uma característica básica dos méis de meliponíneos é a elevada higroscopicidade. Este elevado comportamento higroscópico é preservado ainda que o hábitat dessas abelhas tenha uma baixa umidade (ALVES et al., 2005).

Em amostras de méis de meliponíneos de diferentes estados do Brasil, Pereira (2010) verificou que não houve diferença estatística na comparação do mel das diferentes espécies de abelhas e locais, sendo o valor da umidade superior ao limite estabelecido pela legislação vigente. Este fato segundo o autor mostra que o percentual de água do mel é uma característica intrínseca da espécie produtora não havendo influência significativa da região de origem.

Trabalhos realizados com Meliponini evidenciam uma variação na umidade dos méis de acordo com a espécie, sendo superior ao limite máximo permitido pela legislação vigente e, no entanto, dentro do limite estabelecido por Villas-Boas e Malaspina, (2005): variação de umidade para *M. asilvai* é de 26,80% a 32,00% (SOUZA et al., 2004). Almeida (2002) encontrou os seguintes valores médios de umidade para méis de 4 espécies de abelhas sem ferrão do cerrado: *Plebeia droryana* (21%), *Tetragonisca angustula* (25,5%), *Cephalotrigona capitata* (27%) e *M. quadrifasciata anthidioides* (34%). Para mel de *M. fulva* Chaves et al. (2012) verificaram média de 30,90%, evidenciando a necessidade de uma legislação específica para os méis de abelhas sem ferrão.

Segundo Chaves et al. (2012) o teor de umidade mais elevado característico dos méis de abelhas sem ferrão pode ser influenciado pela umidade relativa do ar, e talvez, pela diferença de estrutura utilizada para armazenamento do mel dentro da colmeia por meliponíneos (potes de mel constituído de cera e resina) e de *Apis mellifera* (favos de mel constituído de cera pura). Para Roubik (1992) a natureza dessa estrutura (pote de mel ou favo de mel) exerce influência sobre a composição do mel.

A umidade no mel é influenciada pela origem botânica, por condições climáticas e geográficas ou pela colheita antes de sua completa maturidade (NANDA et al., 2003). De acordo com Terrab et al. (2004) a umidade é uma das características mais relevantes, pois influencia na viscosidade, peso específico, na

maturidade, na cristalização, no sabor e na conservação deste alimento. Além disso, após a extração, a umidade muda de acordo com a estocagem devido à transferência de água (ZAMORA et al., 2006).

Teores de umidade dentro dos padrões de referência potencializam a promoção de um aumento da vida de prateleira do produto, uma vez que propicia condição desfavorável para o desenvolvimento microbiano (BERTOLDI et al., 2007).

Um alto teor de água no mel facilita a proliferação de leveduras, ocasionando um processo fermentativo, o que torna o produto impróprio para o consumo e impossibilita a sua comercialização (RIBEIRO et al., 2009). Apesar de conter diversas propriedades bacteriostáticas e bactericidas, este alimento não é considerado estéril, estando susceptível a contaminações (SILVA et al., 2008) por fungos filamentosos, leveduras e bactérias (SOUZA et al., 2008).

Considerando a elevada umidade no mel de abelhas sem ferrão e os fatores supracitados reforçam a necessidade de conservação desse produto em câmaras refrigeradas para evitar sua degradação ou mesmo alteração das suas propriedades físicas e químicas, desse modo garantindo quanto a esse aspecto ao consumidor um produto de qualidade.

A água é o segundo componente mais importante do mel. Seu conteúdo é crítico, visto que afeta o armazenamento do produto e o seu conteúdo final depende de numerosos fatores ambientais durante a produção como condições climáticas, umidade no interior das colmeias, além de depender de condições relacionadas ao néctar e ao processamento (OLAITAN et al., 2007).

4.1.3 pH e acidez

Os parâmetros pH e acidez apresentaram diferença estatísticas entre as espécies assim como para as distintas localidades. Para o pH houve uma variação no valor médio de 2,93 (*M. marginata*) a 4,94 (*T. angustula*). A acidez teve valor médio variando de 6,83 a 48,58 meq kg⁻¹ (Tabela 4). Brasil (2000) estabelece máximo de 50 meq kg⁻¹ e o máximo sugerido por Villas-Boas e Malaspina (2005) para mel de abelhas sem ferrão é 85 meq kg⁻¹, deste modo a acidez média das amostras encontra-se dentro do limite estabelecido.

ALVES et al. (2005) registrou valor médio de pH de $3,27 \pm 0,09$ com variação entre 3,16 e 3,54 para o mel de *M. mandacaiá*. Os resultados obtidos das amostras de méis das espécies do gênero *Melipona* são próximos ao encontrado no trabalho deste autor. Porém, importante destacar que os valores de pH não estão padronizados pela legislação nacional ou internacional.

Tabela 4 – Comparação entre os valores médios de pH e acidez (meq kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades				
	pH				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	3,04 ed	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	3,32 bcde B	-	-	4,27 A	-
<i>Melipona marginata</i>	2,93 e B	-	-	3,87 A	-
<i>Melipona mondury</i>	3,50 bcd B	-	-	4,55 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	3,18 cde B	3,37 B	-	4,48 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	3,48 cde A	3,67 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	3,72 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	4,06 a A	-	4,07 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	3,91 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	3,58 abc	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	4,08 a B	4,31 AB	3,73 b B	4,94 A	3,74 a B

Espécie	Acidez				
<i>Cephalotrigona capitata</i>	34,33 ab	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	48,58 a A	-	-	9,50 B	-
<i>Melipona marginata</i>	22,55 bA	-	-	18,50 A	-
<i>Melipona mondury</i>	37,89 ab A	-	-	6,83 B	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	35,00 ab A	25,33 A	-	7,50 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	27,25 b A	28,33 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	30,44 b	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	38,00 a A	-	29,96 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	26,13 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	28,78 b	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	27,00 b A	33,67 A	35,22 a A	10,50 A	30,66 a A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

pH é um parâmetro físico-químico associado ao desenvolvimento microbiano em qualquer alimento. No caso específico dos méis, a faixa de pH apresentada para este alimento e registrada por diversos autores (ANACLETO et al., 2009; ALVES, et al., 2005; PEREIRA, 2010; SOUZA et al., 2009) varia, mas geralmente a faixa de pH está entre 3,3 e 4,7. Tais valores impedem o desenvolvimento de microrganismos que necessitam de valores de pH neutros ou básicos, limitando significativamente o espectro de microrganismos potencialmente contaminantes (LIRIO, 2010).

Para o controle de qualidade dos méis brasileiros a análise do pH não é obrigatória, porém é útil como uma variável auxiliar para avaliação da qualidade, pois, é um parâmetro de importância na sua extração e no seu armazenamento (CORBELLA; COZZOLINO, 2006). Valores de pH baixos e de acidez altos indicam processos fermentativos do mel (PINTO; LIMA, 2010).

Segundo Périgo et al. (2011) é importante considerar que o valor do pH do mel poderá ser também influenciado pelo pH do néctar, além das diferenças na composição do solo ou a associação de espécies vegetais para a composição final do mel. Para Evangelista-Rodrigues et al. (2005), a diferença dos valores de pH entre os méis das diferentes espécies de abelhas (africanizadas e nativas) mesmo quando produzidas na mesma região é um fator que poderia ser explicado pelas substâncias mandibulares que são acrescentadas ao néctar durante o transporte do mesmo até a colônia.

Iwama (1977) analisando méis de *T. angustula*, obteve média do pH de 4,2, variando de 3,2 a 7,4. Em estudos mais recentes da composição físico-química do mel de *T. angustula* Anacleto et al. (2009) encontraram valores semelhantes para pH e acidez variando de 3,54 a 4,64 (valor médio de 4,1) e 17,0 a 98,0 meq kg⁻¹ (valor médio de 45,23 meq kg⁻¹) respectivamente. Nota-se que os valores encontrados são semelhantes ao registrado neste estudo.

As amostras de mel analisadas por Oliveira et al. (2013) apresentaram valores de acidez 69,06 meq kg⁻¹ para *T. angustula* e uma variação de 92,09 a 102,10 meq kg⁻¹ para *S. depilis* confrontando os valores exigidos na legislação. Segundo Vit et al. (1998) os méis de *T. angustula* apresentaram acidez mais elevada quando comparado ao mel de *Melipona*. No presente trabalho comparando mel de *Melipona* do município de Guaraqueçaba com o *T. angustula* do mesmo local observa-se que o mel de Meliponini apresentou acidez mais elevada (Tabela 3).

O amplo espectro de variação nos valores de acidez encontrado para os meliponíneos estudados (Tabela 4) também pode ser verificado em trabalho como de Cortopassi-Laurino e Gelli (1991), em análise de méis de diferentes espécies de Meliponinae, os autores observaram uma variação no valor médio para acidez 30,0 a 90,0 meq kg⁻¹. Já Souza et al. (2006), na compilação de resultados de 152 amostras de méis de diversas espécies de meliponíneos provenientes de oito países do continente americano obtiveram valores variando de 5,9 a 109,0 meq kg⁻¹.

O mel de meliponíneos geralmente apresenta acidez alta em relação ao de *A. mellifera*, fato detectável pelo sabor, constituindo um dos parâmetros que define a preferência do consumidor pelo mel das abelhas sem ferrão. Entretanto, a acidez pode estar diretamente relacionada ao estado de maturação do mel, aumentando com a fermentação (VIT et al., 2004). Um valor elevado de acidez no mel pode indicar um estado de fermentação, principalmente se a umidade da amostra for superior a 20% (VARGAS, 2006), pois segundo Oliveira et al. (2013), pode haver uma correlação positiva entre acidez e teor de água no mel.

A acidez do mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico pela ação das bactérias durante a maturação do mel e ainda a quantidade de minerais presentes no mel (WHITE JUNIOR, 1989; HORN, 1996; ROOT, 1985).

4.1.4 Hidroximetilfurfural (HMF)

Para os locais estudados não houve diferença estatística para parâmetro HMF, sendo seu valor médio mais elevado verificado nas amostras de *S. xanthotricha* (58,27 mg kg⁻¹) e *M. mondury* (51,38 mg kg⁻¹) (Tabela 5). Este parâmetro apresenta valores dentro da faixa estabelecida pelas normas vigentes (BRASIL, 2000) que permitem máximo de 60 mg.kg⁻¹.

O hidroximetilfurfural é um composto químico formado pela reação de certos açúcares com ácidos, e a sua determinação é utilizada com indicador de qualidade no mel (MARCHINI et al., 2004) no que se refere adulteração do produto ou armazenamento em condições inadequadas. Quando o mel é submetido a temperaturas elevadas, condições inadequadas de armazenamento ou adição de açúcar invertido o conteúdo de hidroximetilfurfural aumenta. O HMF é um dos produtos de degradação mais comuns em méis, indicando o seu “envelhecimento”

(SILVA et al., 2008). Segundo SILVA (2003), em temperatura superior a 37°C o mel passa a sofrer transformações químicas que resulta no surgimento do HMF que indica degradação deste produto.

Tabela 5 – Comparação entre os valores médios de hidroximetilfurfural (mg kg⁻¹) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / HMF				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	35,40 ab	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	31,58 b A	-	-	17,47 A	-
<i>Melipona marginata</i>	48,09 ab A	-	-	13,82 A	-
<i>Melipona mondury</i>	51,38 ab A	-	-	31,39 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	42,63 ab A	34,48 A	-	46,31 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	40,86 ab A	52,59 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	29,50 b	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	42,51 a A	-	24,70 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	44,53 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	58,27 a	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	27,99 b A	27,84 A	35,96 a A	11,63 A	29,44 a A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Em méis de *M. fasciculata* do cerrado maranhense Holanda et al. (2012) verificaram que teor de HMF nas amostras variou de 5,44 a 70,79 mg kg⁻¹. Os autores observaram que 92,86% das amostras analisadas estavam com valor de HMF abaixo do valor máximo estabelecido pela legislação nacional (60 mg kg⁻¹) e internacional (80 mg kg⁻¹, países tropicais) para mel.

Osterkamp (2009) ao analisar mel de *T. angustula* encontrou valores entre 5,36 e 42,92 mg kg⁻¹. O HMF encontrado em amostras de méis de outras espécies de *Melipona* apresentou valores baixos comparados com os obtidos, como em *M. asilvai* com 0,52 a 7,93 mg kg⁻¹ (SOUZA et al., 2004) e *M. mandacaia* com 5,79 mg kg⁻¹ (ALVES et al., 2005). Assim, verifica-se que há uma variação ampla na faixa de HMF dos méis de abelhas sem ferrão.

Teoricamente, méis com maior taxa de frutose darão origem a maiores taxas de HMF, ao longo de processos de armazenagem. Pequenas quantidades de HMF são encontradas em méis recém-colhidos, mas valores mais significativos podem

indicar alterações importantes provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente alta e/ou superaquecimento ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (FALLICO et al., 2004).

Levando em consideração a elevada temperatura ambiente os méis podem apresentar naturalmente HMF em valores altos sem que tenha havido superaquecimento ou adulteração, sendo que cada 10°C acrescido à temperatura de estocagem acelera em 4,5 vezes a formação de HMF (WHITE JUNIOR, 1975; 1992).

Segundo Louise et al. (2009), ainda não existe uma definição se a exposição humana ao HMF representa um risco potencial à saúde, porém, os autores ressaltam os seguintes pontos para discussão sobre o assunto: em concentrações elevadas é citotóxico, causa irritação nos olhos, no trato respiratório superior, na pele, nas mucosas e nas membranas. Portanto, isso indica a necessidade de estudos para definir a quantidade tolerável para o mel de meliponíneos.

4.1.5 Cinzas

Os méis classificados como âmbar claro apresentaram menor teor de cinzas variando entre 0,1 e 0,2%, enquanto que os méis âmbar escuro tiveram conteúdo igual ou superior a 0,3% (Anexo B). O teor de cinzas indica a quantidade de minerais encontrados no mel, que é influenciado pela origem botânica do néctar. As espécies *M. marginata* e *T. angustula* apresentaram diferença estatística com relação ao seu conteúdo de cinza. O mel de *T. angustula* ainda diferiu quanto aos municípios de procedência desse produto (Tabela 6).

Segundo Ortiz-Valbuena (1988) o teor de cinzas está relacionado com a cor do mel, pois quanto mais escuro é o mel mais elevado seu conteúdo de cinzas. Para Chaves et al. (2012) o teor de cinzas no mel denota a quantidade de minerais presentes no produto enquanto o teor de minerais está relacionado com o tipo de solo. O conteúdo de cinzas no mel é geralmente reduzido e depende da composição do néctar de plantas utilizadas na produção deste (FELSNER et al., 2004).

Tabela 6 – Comparação entre os valores médios de cinzas (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / Cinzas				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	0,195 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,185 a A	-	-	0,200 A	-
<i>Melipona marginata</i>	0,140 a B	-	-	0,310 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,246 a A	-	-	0,210 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,160 a A	0,110 A	-	0,280 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	0,157 a A	0,160 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	0,216 a	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,140 a B	-	0,285 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	0,282 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	0,210 a	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	0,327 a A	0,310 AB	0,226 a AB	0,090 B	0,264 a AB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Segundo Almeida (2002), há correlação entre concentração de minerais do mel com a coloração, sendo os méis mais claros possuidores de menor teor de cinzas. Para Chaves et al. (2012), levando em consideração o trabalho realizado por (ALMEIDA, 2002) os méis de meliponíneos devem apresentar um teor menor de cinzas, uma vez que tem como uma característica diferencial a coloração clara. Característica esta que permite ao produto alcançar preços elevados no mercado, já que, na maioria das vezes, o consumidor escolhe o produto apenas pela aparência (SOUZA et al., 2009).

Apesar da baixa concentração em mel, o teor de cinzas é uma importante ferramenta utilizada nas determinações de sua qualidade mineral e origem geográfica (LACERDA et al., 2010; TUZEN et al., 2007).

No mel de *M. scutellaris* analisado por Campos et al. (2010) os valores de cinzas atingiram valores mínimos (0,17%) e máximos (0,32%), para a cidade de Areia e de 0,24 % e 0,33% para a cidade de Mamanguape na Paraíba. Amostras de méis de meliponídeos do Rio Grande do Norte apresentaram teores de cinzas variando entre 0,1 a 1,1% (SOUZA et al., 2013), sendo *Frieseomellita flavicornis* (0,30%), *M. compressipes fasciculada* (0,10%), *M. scutellaris* (0,10%), *M. subnitida* (0,20%), *M. quadrifasciata* (0,58%), *M. quinquefasciata* (0,10%), *Nanotrigona*

testaceicornis (0,60%) e *Scaptotrigona* sp. (0,30%). Esses resultados assim como o obtido no presente estudo evidenciam o valor reduzido no conteúdo de cinzas nas amostras de méis. Para esse parâmetro todas as amostras estão dentro da faixa permitida pela legislação.

4.1.6 Condutividade elétrica

Os valores médios de condutividade elétrica apresentados entre as amostras variaram de 341,33 a 915,93 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Houve diferença estatística entre as localidades de origem do mel apenas para *T. angustula* e entre as espécies apenas *S. xanthotricha* diferiu das demais (Tabela 7). A condutividade elétrica pode ser utilizada na determinação da origem botânica do mel. (RICHTER et al., 2011). Não há valores para condutividade, estabelecidos pela legislação brasileira vigente.

Tabela 7 – Comparação entre os valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / Condutividade elétrica				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	728,34 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	535,67 a A	-	-	341,33 A	-
<i>Melipona marginata</i>	624,00 a A	-	-	716,70 A	-
<i>Melipona mondury</i>	514,78 a A	-	-	527,67 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	576,33 a A	602,33 A	-	573,67 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	540,40 a A	629,70 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	548,22 a	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	833,00 a A	-	738,00 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	688,67 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	621,89 ab	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	722,42 a A	906,33 A	821,55 a A	447,33 B	915,93 a A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Segundo Terrab et al. (2003) a condutividade elétrica está intimamente relacionada com as concentrações de minerais, ácidos orgânicos e proteínas, e é um parâmetro que mostra grande variabilidade em função da origem floral do mel. Como a condutividade elétrica varia com a origem botânica (TERRAB et al., 2003);

mel floral deve ter condutividade com valores abaixo de $800 \mu\text{S cm}^{-1}$, enquanto mel de melato os valores devem ser superiores a $800 \mu\text{S cm}^{-1}$ (CODEX, 2001).

Para mel de *T. angustula* Anacleto et al. (2009), verificaram para este parâmetro uma variação de 1061 a $2700 \mu\text{S cm}^{-1}$, com média de $1337,20 \mu\text{S cm}^{-1}$, , enquanto que Alves et al. (2005) encontram média de $352,25 \mu\text{S cm}^{-1}$ no mel de *M. mandacaiá*. Já Souza et al. (2009) registraram nos méis de *M. asilvai* ($374,70 \mu\text{S cm}^{-1}$), *M. quadrifasciata anthidioides* ($527,00 \mu\text{S cm}^{-1}$) e *M. scutellaris* ($500,70 \mu\text{S cm}^{-1}$). Para *M. fulva*, em trabalho de Chaves et al. (2012) a média foi igual a $34,453 \mu\text{S cm}^{-1}$.

4.1.7 Açúcares redutores e Sacarose

Para avaliação dos açúcares redutores as médias encontram-se dentro dos padrões estabelecidos por Villas-Boas e Malaspina (2005) que indicam mínimo aceitável de 50%, assim como para legislação vigente (BRASIL, 2000) que estabelece mínimo de 65%. Entre as amostras analisadas a média do conteúdo de açúcares variou entre 65,01 a 75,21%. Já o teor de sacarose apresentou valor médio máximo 1,74%, sendo o máximo aceitável para mel de 6%. Não houve diferença estatística para os méis levando em consideração a localidade, havendo diferença entre os méis de acordo com a espécie produtora tanto para açúcares redutores como para sacarose (Tabela 8).

Méis de meliponíneos possuem menor teor de açúcares e normalmente a frutose é predominante, sendo um dos fatores responsáveis pela doçura do mel e sua higroscopicidade (OLIVEIRA et al., 2006). O sabor dos méis das abelhas nativas é influenciado pelo baixo teor de açúcares e pH ácido, o que denota uma notável preferência do consumidor por este tipo de mel (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Tabela 8 – Comparação entre os valores médios de açúcares redutores (%) e sacarose (%) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades				
	Açúcares redutores				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	75,21 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	68,43 b A	-	-	68,96 A	-
<i>Melipona marginata</i>	67,39 b A	-	-	69,39 A	-
<i>Melipona mondury</i>	67,77 b A	-	-	66,69 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	71,63 ab A	68,73 A	-	67,03 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	66,41 b A	67,43 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	69,12 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	67,40 a A	-	65,01 bA
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	67,14 ab
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	66,32 b	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	66,75 b A	69,89 A	68,11 a A	65,43 A	70,11 aA

Espécie	Sacarose				
<i>Cephalotrigona capitata</i>	0,36 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,57 a A	-	-	1,61 A	-
<i>Melipona marginata</i>	0,85 a A	-	-	0,75 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,85 a A	-	-	0,09 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,85 a A	0,53 A	-	1,74 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	0,70 a A	0,93 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	1,61 a	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,93 a A	-	0,50 aA
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	1,34 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	1,22 a	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	0,82 a A	1,20 A	0,47 a A	0,03 A	1,43 aA

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

A presença de altas concentrações de açúcares propicia um efeito osmótico que limita significativamente a possibilidade de desenvolvimento microbiano, devido ao arraste da água do meio intracelular para o mel resultante da alta pressão osmótica presente no sistema, deixando reduzidas moléculas de água disponíveis para os microrganismos (OLAITAN et al., 2007), enquanto a viscosidade opõe as correntes de circulação e limita a entrada de oxigênio (TYSSET; DE LA ROY, 1974).

Mundo et al. (2004) comprovaram que a inibição do crescimento bacteriano pelo mel deve-se à sua elevada concentração de açúcares, à produção de peróxido de hidrogênio e à presença de compostos proteicos.

Levando em consideração a composição do mel de meliponídeos principalmente para os parâmetros açúcares redutores que são mais baixos e umidade elevada em comparação ao mel de *Apis*, este produto pode sofrer fermentação rapidamente se não for armazenado adequadamente após a colheita.

De acordo com Mateo e Bosch-Reig (1998) a composição de açúcares é altamente dependente do tipo de flores utilizadas pelas abelhas, assim como condições regionais e climáticas.

Segundo Azeredo et al. (1999) o teor elevado de sacarose significa, na maioria das vezes, uma colheita prematura do mel, isto é, um produto em que a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da invertase. Em geral, o teor de sacarose não ultrapassa a 8%.

Silva et al. (2009) avaliaram a concentração de açúcares em amostras de méis armazenados em diferentes embalagens em relação ao tempo de armazenamento. Os autores verificaram que houve aumento nos açúcares redutores do mel com o tempo de armazenamento. Este aumento se deve, provavelmente, a transformação da sacarose em glicose e frutose provocada pela atividade da enzima invertase, já que a inativação desta enzima se dá pelo aquecimento do mel.

O conteúdo de sacarose é também importante para saber se as abelhas foram alimentadas com açúcar ou se houve adulteração do mel pela adição direta de sacarose (MENDES et al., 1998).

4.1.8 Atividade diastásica

A atividade diastásica das amostras estudadas teve média variando entre 0,11 a 22,43 (escala Gothe), apresentado diferença estatística entre as espécies e locais de amostragem (Tabela 9). Verifica-se no Anexo B que 79,63% das amostras estão fora do limite mínimo (8 na escala Gothe) estabelecido pelas normas Brasil (2000).

Amostras de méis de meliponíneos analisados por Vit e Pulcini (1996), também apresentaram em sua maior parte valores para a atividade diastásica

inferiores ao mínimo exigido: *T. angustula*, 16,50 a 35,60; *M. favosa favosa*, 2,60 a 3,50; *Nanotrigona* sp., 8,70; *M. compressipes*, 2,60 a 3,00; *M. lateralis kangarumensis*, 2,60 a 3,00; *M. paraensis*, 2,60 a 3,00; *Frieseomelitta* sp., 6,60 a 13,70; *M. eburnean*, 3,40; *M. crinita*, 3,00 e *Scaptotrigona* sp., 2,60 (escala Gothe).

A atividade diastásica é um dos parâmetros mais importantes do mel. Um baixo índice de diástase é uma indicação de superaquecimento do mel ou de adulteração, de modo que este aquecimento pode ocasionar a degradação de componentes químicos importantes, do ponto de vista nutricional e funcional (VARGAS, 2006).

Tabela 9 – Comparação entre os valores médios de atividade diastásica (Gothé) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades / Atividade diastásica				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	0,18 ab	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,12 a A	-	-	0,41 A	-
<i>Melipona marginata</i>	0,19 ab B	-	-	0,69 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,20 ab B	-	-	0,47 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,13 a A	0,20 A	-	0,49 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	0,11 a B	0,98 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	0,20 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,79 a A	-	2,17 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	1,70 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	0,62 b	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	22,43 c A	16,98 A	12,80 a A	12,33 A	13,49 a A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Sabe-se que a atividade diastásica tende a diminuir conforme o passar do tempo em méis de *Apis* (BERA, 2004). Stramm (2011) verificou que os méis de *M. subnitida* apresentaram umidade e atividade diastásica fora do preconizado pela Legislação Brasileira. O autor também relata que os parâmetros mais sensíveis a mudanças por estocagem foram HMF, acidez livre, condutividade elétrica para o mel desta espécie. Para o mel de *M. fasciculata* Holanda et al. (2012) também verificaram que o índice de diástase e o HMF apresentavam valores inferiores ao estabelecido pela legislação, sendo necessário padrões que regulamentem os

valores encontrados para os parâmetros umidade, teor de açúcar e atividade diastásica para méis de meliponíneos.

Em trabalho realizado por Melo et al. (2003), com mel de abelhas africanizadas houve uma diminuição da atividade diastásica com o aumento do tempo de armazenamento do mel. AZEREDO (1999) ao acondicionar méis ao abrigo da luz, verificou que a incidência da luz, juntamente com temperatura elevada, são fatores determinantes nas alterações no índice de diástase.

4.1.9 Elementos-traço (Cd, Cu, Pb e Zn)

Os elementos-traço analisados foram detectados entre as amostras em níveis toleráveis em alimentos para o consumo humano conforme a Legislação Brasileira (Tabela 10 e 11). O chumbo foi detectado em 100% das amostras, cobre e zinco em 98,15% e o cádmio em apenas em 33,33% das amostras (Anexo B).

Os elementos-traço estudados apresentaram diferença estatística tanto para o local de coleta das amostras de mel como entre as espécies produtoras (Tabela 10 e 11).

O cádmio teve baixa ocorrência entre as amostras e quando detectado apresentou concentração dentro do estabelecido pela Organização Mundial da Saúde. Apenas as amostras de méis de *S. polysticta* tiveram concentração média superior ao estabelecido.

O elemento químico cádmio, relativamente raro, não é encontrado no estado puro na natureza, e sim associado principalmente a sulfetos em minérios de Cu, Pb e Zn. Por possuir várias propriedades físicas e químicas semelhantes ao Zn, são encontrados juntos na natureza em traços de 2 a 3 mg kg⁻¹ em minério de Zn extraído (LEE, 1999).

Para o cádmio a Organização Mundial da Saúde sugere como limite tolerável de ingestão 7 µg kg⁻¹ de peso corpóreo/semana, aplicável tanto para adultos como para bebês e crianças (WHO, 2004). A legislação brasileira estabelece para o cádmio um limite máximo de tolerância de 1,0 mg kg⁻¹ (BRASIL, 1998).

Tabela 10 – Comparação entre os valores médios de cádmio ($\mu\text{g Kg}^{-1}$) e cobre (mg Kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades				
	Cádmio (Cd)				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	3,490 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,000 a A	-	-	0,000 A	-
<i>Melipona marginata</i>	3,223 a A	-	-	0,000 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,000 a A	-	-	0,000 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,000 a B	9,240 A	-	0,000 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	6,533 a A	0,000 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	2,043 a	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,000 a A	-	0,000 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	7,324 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	3,307 a	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	6,165 a A	0,000 A	0,770 a A	0,000 A	1,860 a A

Espécie	Cobre (Cu)				
<i>Cephalotrigona capitata</i>	0,125 b	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	0,305 b B	-	-	0,860 A	-
<i>Melipona marginata</i>	0,176 b B	-	-	1,240 A	-
<i>Melipona mondury</i>	0,343 b A	-	-	1,220 A	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	0,392 b A	0,590 A	-	0,710 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	0,377 b A	0,490 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	0,243 b	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,950 a A	-	0,725 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	0,342 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	0,395 b	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	1,065 a A	0,590 A	0,583 a A	1,070 A	0,552 a A

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Para o cobre os méis avaliados encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), sendo que apenas as amostras de mel de *M. marginata*, *M. mondury* e *T. angustula* apresentaram média de cobre superior ao estabelecido pela Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998, da ANVISA que estabelece limites máximos de tolerância de

contaminantes inorgânicos em alimentos, e tolera até 1 mg kg^{-1} de cobre em mel (Tabela 10).

As amostras de méis de meliponíneos apresentaram concentrações de zinco dentro do limite indicado (Tabela 11), uma vez que a ingestão diária recomendada é, $7,5 \text{ mg kg}^{-1}$ para crianças e $13,5 \text{ mg kg}^{-1}$ para adultos (SANDSTEAD et al., 1990).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde o limite tolerável para ingestão de chumbo é de $50 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ peso corpóreo/semana para adultos e para crianças $25 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ peso corpóreo/semana (WHO, 1999).

A concentração média de chumbo entre as amostras variou entre 1,04 a $1,33 \text{ mg kg}^{-1}$. O Ministério da Saúde do Brasil reavaliou os níveis de tolerância para chumbo em alimentos; diminuiu os níveis de aceitabilidade de chumbo de $8,0 \text{ mg kg}^{-1}$ para $0,8 \text{ mg kg}^{-1}$ para a maioria dos alimentos, porém não há uma referência específica para mel (BRASIL, 1990).

Em estudo realizado por Araújo (2012) com mel de *Apis mellifera* o chumbo foi o elemento que apresentou, em média, a maior concentração, cerca de $2,11 \text{ mg kg}^{-1}$, seguido do zinco com média de $1,56 \text{ mg kg}^{-1}$ e logo após o cobre com valores médios de $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$. O cádmio não esteve presente em nenhuma amostra analisada. No pólen apícola da mesma área estudada por Araújo (2012) em trabalho realizado por Silveira et al. (2013) houve uma elevada concentração desses elementos, quando comparados com os encontrados para mel, apresentando os seguintes valores médios: $540,7 \text{ mg kg}^{-1}$ para zinco, $28,7 \text{ mg kg}^{-1}$ para chumbo, $56,55 \text{ mg kg}^{-1}$ para cobre e $280,75 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ para cádmio.

Tabela 11 – Comparação entre os valores médios de chumbo (mg Kg^{-1}) e zinco (mg Kg^{-1}) do mel produzido por Meliponinae em diferentes localidades

Espécie	Localidades				
	Chumbo (Pb)				
	Guaraqueçaba	Bandeirantes	Cornélio Procópio	Mafra	Icém
<i>Cephalotrigona capitata</i>	1,195 ab	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	1,210 abA	-	-	1,330 A	-
<i>Melipona marginata</i>	1,186 ab A	-	-	1,120 A	-
<i>Melipona mondury</i>	1,333 a A	-	-	1,080 B	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	1,215 ab A	1,180 A	-	1,140 A	-
<i>Melipona scutellaris</i>	1,100 b A	1,120 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	1,220 ab	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	1,170 a A	-	1,045 b A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	1,142 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	1,076 b	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	1,080 b A	1,040 A	1,533 a A	1,240 A	1,156 a A

Espécie	Zinco (Zn)				
<i>Cephalotrigona capitata</i>	3,705 a	-	-	-	-
<i>Melipona bicolor</i>	7,185 a A	-	-	1,630 A	-
<i>Melipona marginata</i>	4,833 a A	-	-	2,600 A	-
<i>Melipona mondury</i>	6,476 a A	-	-	2,700 B	-
<i>Melipona quadrifasciata</i>	4,885 a A	2,530 AB	-	0,910 B	-
<i>Melipona scutellaris</i>	6,030 a A	2,710 A	-	-	-
<i>Melipona seminigra</i>	7,430 a	-	-	-	-
<i>Scaptotrigona depilis</i>	-	-	0,180 a A	-	5,750 a A
<i>Scaptotrigona polysticta</i>	-	-	-	-	2,736 a
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	3,677 a	-	-	-	-
<i>Tetragonisca angustula</i>	6,340 a AB	0,000 C	1,580 a BC	8,720 A	2,966 a BC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

4.1.10 Análise discriminante canônica

Na figura 1 verifica-se que há uma separação entre a espécie *T. angustula* (Trigonini) e as demais espécies de abelhas sem ferrão. Observa-se uma reduzida distribuição amostral para as outras espécies de meliponíneos, indicando que os méis dessas abelhas apresentam características físico-químicas semelhantes.

Considerando o grupo Trigonini (*S. polysticta*, *S. xanthotricha*, *S. depilis* e *T. angustula*) e Meliponini (*M. scutellaris*, *M. mondury*, *M. quadrifasciata*, *M. bicolor* e *M. marginata*) verifica-se que não há uma separação evidente dos méis produzidos por ambos os grupos com exceção de *T. angustula*.

As espécies *C. capitata* e *M. seminigra* não tiveram suas amostras incluídas para análise discriminante devido ao número insuficiente de amostras que não permitiram tais procedimentos.

Figura 1 – Contraste das funções discriminantes das espécies de Meliponinae estudadas para os parâmetros avaliados

Na tabela 12 a matriz de confusão para as amostras indica que 83,67% das amostras foram identificadas e analisadas corretamente. As amostras de mel de *M.*

mondury, *M. bicolor*, *M. marginata* e *S. depilis* apresentaram 100% de acertos e apenas *S. xanthotricha* teve reduzido percentual de acerto.

Conforme Pereira (2010) a matriz de confusão baseia-se também na matriz de correlação amostral e, em seu estudo foi utilizada, por indicar de forma clara se uma amostra de mel, dita de uma espécie, era verdadeiramente dela ou pertencente a alguma outra. E em sua pesquisa foi possível afirmar que 91,96% das amostras utilizadas foram identificadas e analisadas de forma correta, sendo que apenas 9 amostras seriam melhor representadas em espécies diferentes.

Tabela 12 – Matriz de confusão das espécies: M._sc (*Melipona scutellaris*), M._mo (*Melipona mondury*), M._qu (*Melipona quadrifasciata*), M._bi (*Melipona bicolor*), M._ma (*Melipona marginata*), S._po (*Scaptotrigona polysticta*), S._xa (*Scaptotrigona xanthotricha*), S._de (*Scaptotrigona depilis*) e T._an (*Tetragonisca angustula*)

	M._sc	M._mo	M._qu	M._bi	M._ma	S._po	S._xa	S._de	T._an	Total	% correto
M._sc	3	1	1	0	0	0	0	0	0	5	60,00
M._mo	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	100,00
M._qu	1	0	4	0	0	0	1	0	0	6	66,67
M._bi	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	100,00
M._ma	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	100,00
S._po	0	0	1	0	0	4	0	0	0	5	80,00
S._xa	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	33,33
S._de	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	100,00
T._an	0	0	1	0	0	0	0	0	13	14	92,86
Total	5	5	7	5	4	5	2	3	13	49	83,67

4.2. Análises polínicas (melissopalynologia)

Foram identificados 18 tipos polínicos distribuídos em 10 famílias botânicas nas amostras de Bandeirantes, enquanto que em Cornélio Procópio 19 tipos foram identificados pertencentes a 12 famílias (Tabela 13). O tipo *Myrcia* ocorreu como pólen dominante (PD) entre as amostras desses municípios (Anexo C I). *Citrus* foi pólen dominante para duas amostras de *Tetragonisca angustula* (ASF05 e ASF 06). Segundo Zander e Maurizio (1975) são considerados méis puros sub-representados em pólen de *Citrus* (10-20% do total de pólen).

Tabela 13 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Bandeirantes e Cornélio Procópio, Paraná

Família	Tipo Polínico	Amostras						
		Bandeirantes - PR			Cornélio Procópio - PR			
		ASF 01	ASF 02	ASF 03	ASF 04	ASF 05	ASF 06	ASF 07
Anacardiaceae	Tipo Anacardiaceae							PII
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	PII						
Apiaceae	Tipo Apiaceae							PIO
Arecaceae	Tipo Arecaceae		PIO	PIO			PIO	
Asteraceae	<i>Bidens</i>					PII		PII
	<i>Elephantopus</i>					PIO		
	<i>Emilia</i>		PIO	PII			PIO	
	<i>Parthenium</i>	PIO	PII	PII	PII	PIO	PIO	PIO
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>							PIO
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Delonix</i>			PIO			PIO	
	<i>Senna</i>	PIO	PII	PIO				
Fabaceae/Faboideae	Fabaceae I				PA			
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia</i>	PIO		PII				
	<i>Leucaena</i>			PIO			PIO	
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	PII						
	<i>Mimosa scabrella</i>	PIO	PIO					
Malvaceae	<i>Sida</i>		PIO	PIO				
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i>			PIO				
Moraceae	<i>Morus</i>							PIO
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	PII	PA	PII	PII	PIO	PIO	
	<i>Myrcia</i>	PD	PD	PD	PD			PII
Poaceae	Poaceae	PIO		PIO		PIO	PIO	PIO
Rutaceae	<i>Citrus</i>					PD	PD	
	<i>Citrus sinensis</i>		PIO	PII				
Solanaceae	<i>Solanum I</i>	PIO		PII				
	<i>Solanum II</i>						PII	
	<i>Solanum americanum</i>	PIO				PII		
Verbenaceae	<i>Aloysia</i>							PD

Pólen dominante (PD>45% do total de grão de pólen), pólen acessório (45%>PA>15%), pólen isolado importante (14%>PII>3%) e pólen isolado ocasional (PIO<3%).

Observa-se na tabela 13 que 85,71% dos tipos polínicos ocorreram como pólen isolado (ocasional e importante). Barth (1989) considerou que essas espécies apresentam pouca importância quanto a quantidade de néctar fornecido para a composição do mel, embora possam ter importância relevante na determinação da origem geográfica da amostra.

Os tipos polínicos *Eucalyptus*, *Myrcia*, *Parthenium* e *Senna* foram os mais frequentes nas amostras de Bandeirantes, enquanto que *Morus*, *Parthenium* e *Poaceae* foram os mais frequentes nas amostras de Cornélio Procópio (Anexo D).

A família Fabaceae/Mimosoideae apresentou maior riqueza de tipos polínicos (22,22%) seguida de Asteraceae, Fabaceae/Caesalpinioideae, Myrtaceae e Solanaceae ambas representando 11,11% do total nas amostras de méis de Bandeirantes (Figura 2). Nas amostras de Cornélio Procópio as famílias com maior número de tipos polínicos foram Asteraceae (21,05%), Myrtaceae e Solanaceae ambas com 10,53% (Figura 3).

Figura 2 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Bandeirantes, Paraná

Figura 3 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Cornélio Procópio, Paraná

Segundo Oliveira et al. (2009) as leguminosas (Fabaceae) são fontes importantes de néctar e pólen para as abelhas e outros animais que necessitam destes recursos. De acordo com o autor a família Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae) composta por árvores, arbustos e lianas, representou 23% do número total de espécies coletadas pelas abelhas e dentre estas, o grupo Mimosoideae foi a mais importante em seu estudo. Assim como, em trabalho realizado por Aleixo et al. (2013) Leguminosae (Fabaceae) teve maior número de espécies visitadas por *Frieseomelitta varia*.

Asteraceae segunda mais representativa nas amostras de Bandeirantes e Cornélio Procópio também é apontada como importante fonte de néctar e pólen, sendo as espécies *Emilia coccinia*, *Mikania cordifolia*, *Vernonia scorpioides* e *Vernonia* sp. relacionadas na lista de plantas apícolas em trabalho realizado por Marques et al. (2011). Enquanto que Carvalho e Marchini (1999) encontraram apenas as espécies *Centratherum punctatum* e *Piptocarpha* sp. no município de Castro Alves, no Estado da Bahia.

Ramalho et al. (1990) identificaram 41 espécies de Asteraceae, sendo utilizadas como recurso por *A. mellifera*, Trigonini e *Melipona*; constituindo assim,

uma das mais ricas em número de espécies e mais visitadas por abelhas sociais em diferentes regiões.

O espectro polínico de amostras de méis do Paraná segundo Ramalho et al. (1991), pode ser resumido em *Allophylus*, *Baccharis*, *Campomanesia*, *Cecropia*, *Citrus*, *Eucalyptus*, *Matayba*, *M. scabrella*, *Paspalum* e *Vernonia*, portanto, fortemente heteroflorais, mas com a maior ocorrência de *Eucalyptus*. Verifica-se no espectro polínico dos méis de Bandeirantes e Cornélio Procópio que 3 tipos polínicos encontrados no trabalho estão presentes na relação de plantas de Ramalho et al. (1991) (Tabela 13).

A família Asteraceae é considerada uma das mais ricas em número de espécies e mais visitada por abelhas sociais em diferentes regiões do país (RAMALHO et al., 1990), enquanto que a família Fabaceae apresenta elevado potencial apícola devido à ampla distribuição de espécies e abundância de indivíduos (CARVALHO; MARCHINI, 1999). Estas informações reforçam o resultado encontrado neste estudo.

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2009) as famílias vegetais mais visitadas quanto ao número de tipos polínicos foram Fabaceae, Myrtaceae e Arecaceae e quanto a frequência mensal foram Melastomataceae, Myrtaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Malpighiaceae, Burseraceae e Clusiaceae. Isso evidencia a diversidade de recursos utilizados por abelhas nativas para manutenção das colônias.

Marques-Souza (1999) determinou que Caesalpinioideae foi intensamente visitada por *M. compressipes manaosensis* durante doze meses de observações e com menor intensidade por *M. seminigra seminigra*, *Scaptotrigona* sp. e *M. seminigra merrillae*.

Nas amostras do município de Icém, SP foram identificados 27 tipos polínicos representados em 17 famílias (Tabela 14). Os tipos *M. caesalpiniaefolia* e *M. scabrella* foram representados entre as amostras desse município em todas as classes de ocorrência (PD, PA, PII e PIO), sendo que os tipos polínicos classificados como pólen isolado (PII e PIO) representaram 74,72% do total.

Amostras de *T. angustula* (ASF09 a ASF11) tiveram como pólen dominante *Citrus sinensis*, com resultado semelhante encontrado em amostras de Cornélio Procópio para mesma espécie (Tabela 14). Como supracitado essas amostras são consideradas méis puros de laranjeira (*Citrus*).

Segundo Barth (1996) os méis monoflorais são característicos de áreas próximas a monoculturas, como o mel de *Citrus* e *Eucalyptus*. Para meliponíneos é comum que os méis sejam heteroflorais (SOUZA et al., 2006), mas há registros de méis monoflorais para *Acacia polyphylla*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Citrus*, *Eucalyptus*, Brassicaceae, *M. caesalpiniifolia*, *Myrcia*, *Piptadenia rigida*, *Schinus*, *Solanum* e *Vernonia polyanthes* (BARTH, 2004).

O hábito generalista em meliponíneos é considerado uma necessidade básica e, portanto, aceito como padrão entre essas abelhas eusociais da família Apidae, com grandes colônias perenes, altas taxas de produção de prole e que precisam de muito alimento ao longo de todo ano (RAMALHO et al., 2007).

Conforme Ramalho et al. (2007), o balanço custo/benefício no forrageamento oferece suporte a premissa de preferências florais, pois em função de questões econômicas, as abelhas também podem demonstrar uma constância floral ou “especialização temporária” (RAMALHO et al., 1998).

Tabela 14 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Icém, São Paulo

Família	Tipo polínico	Amostras / Icém - SP											
		ASF 08	ASF 09	ASF 10	ASF 11	ASF 14	ASF 15	ASF 16	ASF 17	ASF 19	ASF 20	ASF 21	ASF 22
Anacardiaceae	Tipo Anacardiaceae			PII		PA			PII				
Arecaceae	Tipo Arecaceae		PII	PIO	PIO						PII	PIO	
Asteraceae	<i>Emilia</i>											PIO	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i>								PIO				
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>		PIO		PIO								
Combretaceae	<i>Terminalia</i>			PIO									
Euphorbiaceae	Tipo Euphorbiaceae											PII	
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Caesalpinia</i>	PA											
	<i>Delonix</i>		PII		PIO						PII		PIO
Fabaceae/Faboideae	<i>Desmodium</i>					PD							
	<i>Sesbania</i>									PII			
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	PIO	PII	PIO	PIO	PII	PA	PIO	PII	PII	PII	PIO	PA
	<i>Leucaena</i>					PIO							
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>					PII	PD	PA	PA	PA	PD	PII	PA
	<i>Mimosa scabrella</i>				PIO	PII		PD	PA	PA	PII	PIO	PIO
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i>	PD											
Melastomataceae	<i>Tibouchina</i>			PII		PIO	PIO	PIO	PII				
Moraceae	<i>Morus</i>		PA	PIO	PIO							PII	
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>										PIO		
	<i>Psidium</i>		PIO	PIO		PD	PIO	PIO	PII	PII		PIO	
Poaceae	Tipo Poaceae											PII	
Piperaceae	<i>Piper</i>			PIO	PII								
Rutaceae	<i>Citrus</i>		PII		PII			PII				PD	
	<i>Citrus sinensis</i>		PD	PD	PD			PII	PII				
Sapindaceae	<i>Cupania</i>								PIO	PIO			
	<i>Paullinia</i>						PIO	PIO	PIO	PIO	PIO		
Solanaceae	<i>Solanum</i>	PA					PII						PA

Pólen dominante (PD>45% do total de grão de pólen), pólen acessório (45%>PA>15%), pólen isolado importante (14%>PII>3%) e pólen isolado ocasional (PIO<3%).

Ocorreram com maior frequência entre as amostras de mel de Icém *Anadenanthera colubrina*, *M. caesalpiniaefolia*, *M. scabrella* e *Psidium* (Anexo E).

Os tipos polínicos foram representados em maior quantidade nas famílias: Fabaceae (Mimosoideae (14,81%), Caesalpinioideae e Faboideae, ambas com 7,41%), seguida de Myrtaceae, Rutaceae e Sapindaceae com 7,41% cada (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Icém, São Paulo

Em méis de Guaraqueçaba foram identificados 55 tipos polínicos distribuídos em 27 famílias (Tabela 15). Ocorreram como pólen dominante entre as amostras *Eucalyptus*, *Casearia*, *Galactia*, *Miconia*, *Morus*, *Myrcia* I, *Syagrus*, Tipo Rubiaceae e (Anexo C I e II).

Borsato et al. (2011) verificaram em amostras de mel provenientes de Guaraqueçaba, produzidas pelas abelhas *M. mondury*, *M. quadrifasciata* e *M. bicolor* a presença do tipo polínico Melastomataceae como pólen dominante e, como pólen acessório, o tipo *Syagrus*. Esses resultados apontam a semelhança dos recursos

alimentares explorados por essas abelhas nesse município, sendo que Melastomataceae apresentou os tipos *Miconia* e *Tibouchina* representados em todas as classes de ocorrência entre as amostras estudadas de abelhas sem ferrão deste local.

As análises polínicas do mel de *M. capixaba* de Conceição Castelo no Espírito Santo realizada por Serra et al. (2012), indicam que o tipo *Eucalyptus* foi dominante nas amostras, sendo que *Myrcia*, *Cupania* e *Baccharis* tiveram altos percentuais entre as amostras. Assim como no presente estudo onde os tipos polínicos da família Myrtaceae (*Eucalyptus* e *Myrcia*) também ocorreram como pólen dominante/acessório, estes resultados apontam que espécies pertencentes a estes gêneros podem ser fontes importantes para dieta de meliponíneos.

Borsato et al. (2011) em Curitiba, Paraná identificaram 14 tipos polínicos diferentes, dentre os quais os tipos *M. scabrella*, *M. verrucosa*, *Eucalyptus*, *Myrcia* e *Solanum* destacaram-se como pólen dominante ou acessório nos espectros polínicos do mel produzidos pelas espécies *M. marginata*, *M. quadrifasciata* e *M. bicolor*. Esses resultados são semelhantes ao registrado nesta pesquisa (Tabela 15).

Nas amostras de *C. capitata* (Anexo A; Tabela 15) verifica-se a diversidade de plantas visitadas através dos tipos polínicos identificados e distribuídos de acordo com a classe de ocorrência com maior percentual de pólen isolado, representando 89,48%, assim como para *M. bicolor* (84,62%), *M. marginata* (92,31%), *M. mondury* (86,21%), *M. quadrifasciata* (67,86%), *M. scutellaris* (78,73%), *M. seminigra* (79,42%), *S. xanthotricha* (72,23%) e *T. angustula* (92,00%).

Eucalyptus, *Leucaena*, *M. caesalpiniaefolia*, *Morus*, *Psidium* e *Syagrus* foram os tipos polínicos mais frequentes nas amostras de mel dos meliponíneos estudados em Guaraqueçaba (Anexo E).

Tabela 15 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Guaraqueçaba, Paraná

(Continua)

		Amostras / Guaraqueçaba-PR														
Familia	Tipos polínicos	ASF 23	ASF 24	ASF 25	ASF 26	ASF 27	ASF 28	ASF 29	ASF 30	ASF 31	ASF 32	ASF 33	ASF 34	ASF 35	ASF 36	ASF 37
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>	PII														
Anacardiaceae	Tipo Anacardiaceae										PII			PIO		
	<i>Spondias</i>			PIO												
Arecaceae	<i>Syagrus</i>		PIO	PII	PII	PD	PD	PA	PIO	PII	PIO	PII	PIO	PII	PII	PIO
Asteraceae	<i>Bidens</i>	PII	PIO	PIO						PIO	PII					PIO
	<i>Elephantopus</i>	PIO							PIO	PIO	PA		PIO	PIO		
	<i>Mikania</i>		PIO	PIO		PIO	PIO					PIO	PIO	PII		
	<i>Vernonia</i>			PII		PIO	PIO	PIO								PIO
Bignoniaceae	Tipo Bignoniaceae											PII	PIO			
	<i>Tabebuia</i>					PIO										
Bombacaceae	<i>Pachira</i>							PIO								
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>	PA	PII		PII						PIO	PII	PII			
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Caesalpinia</i>															PIO
	<i>Delonix</i>											PIO				
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia</i>								PIO		PIO	PIO	PIO	PIO		
	<i>Inga</i>	PII	PIO	PIO												PIO
	<i>Leucaena</i>	PII	PIO					PIO	PII	PII						PIO
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>		PII	PIO	PII	PII	PIO	PIO	PIO	PIO	PIO			PIO	PII	PII
	<i>Mimosa scabrella</i>		PA		PA					PIO	PII	PII	PII		PII	PA
Flacourticeae	<i>Casearia</i>														PII	
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i>											PIO				PII
Melastomataceae	<i>Miconia</i>		PA	PD	PA			PA	PA	PA	PII	PA	PA	PA	PA	PA
	<i>Tibouchina</i>		PII	PII	PII										PA	PII
Moraceae	<i>Morus</i>	PA	PII			PIO	PIO	PIO					PA	PII		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>	PII	PIO			PII	PII	PII		PD	PII	PII	PII	PII	PII	
	<i>Myrcia</i> I								PD	PII	PA	PA	PA	PA		
	<i>Psidium</i>		PII	PA	PA	PII	PII	PII							PII	PA
Poaceae	Tipo Poaceae I	PII	PIO	PIO		PII	PIO	PIO							PIO	
	Tipo Poaceae II					PIO	PIO	PIO								PIO
Rubiaceae	Tipo Rubiaceae				PIO											
	<i>Borreria</i>														PIO	
Rutaceae	Tipo Rutaceae												PIO			
Sapindaceae	<i>Cupania</i>															PIO
	<i>Paullinia</i>		PIO					PIO			PIO	PIO		PIO	PIO	
Solanaceae	Tipo Solanaceae											PA				
	<i>Solanum</i>	PA														

Tabela 15 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Guaraqueçaba, Paraná

(Continuação)

		Amostras / Guaraqueçaba-PR															
Família	Tipos polínicos	ASF 38	ASF 39	ASF 40	ASF 41	ASF 42	ASF 43	ASF 44	ASF 45	ASF 46	ASF 47	ASF 48	ASF 49	ASF 50	ASF 51	ASF 52	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i>									PIO							
	<i>Gomophrena</i>		PIO														
Amaryllidaceae	Tipo Amaryllidaceae					PIO											
Anacardiaceae	<i>Syagrus</i>												PIO			PIO	
	<i>Schinus</i>		PII	PIO													
	<i>Spondias</i>														PII		
Apiaceae	Tipo Apiaceae			PA						PA				PIO			
Areaceae	Tipo Areaceae	PII	PII	PII	PIO	PIO	PII	PII		PII	PII	PII	PII	PIO	PII	PII	
Asteraceae	<i>Bidens</i>											PIO	PA		PIO	PII	
	<i>Elephantopus</i>				PIO	PII	PIO										
	<i>Mikania</i>		PII	PII		PII											
	<i>Vernonia</i>	PII	PII	PIO								PIO	PII		PIO		
	<i>Stenolobium</i>		PIO	PIO												PIO	
Bignoniaceae																	
Bombacaceae	<i>Pachira</i>										PIO						
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i>												PII				
Combretaceae	<i>Terminalia</i>													PII			
Cucurbitaceae	Tipo Cucurbitaceae		PIO														
Euphorbiaceae	Tipo Euphorbiaceae											PII					
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Caesalpinia</i>		PIO						PD				PIO				
	<i>Delonix</i>					PII	PIO										
	<i>Senna</i>					PIO								PIO			
Fabaceae/Faboideae	<i>Desmodium</i>															PII	
	Faboideae				PIO	PII											
	<i>Galactia</i>									PA				PD	PD	PD	
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Acacia</i>					PIO	PIO	PIO			PIO						
	<i>Inga</i>		PIO						PIO	PIO	PIO		PIO	PIO	PIO	PIO	
	<i>Leucaena</i>						PIO	PIO	PII	PII	PIO	PIO	PIO	PIO	PIO	PIO	
	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	PII		PIO								PIO			PIO	PII	
	<i>Mimosa scabrella</i>			PII											PIO	PII	
	Mimosoideae					PIO											
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>				PD	PA	PII	PII			PA		PII				
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i>		PIO	PIO	PIO			PIO	PII	PA	PII	PIO					
Malvaceae	Tipo Malvaceae											PIO					
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	PA	PA	PII	PII												
	<i>Tibouchina</i>											PA	PII				

Tabela 15 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Guaraqueçaba, Paraná

(Conclusão)

		Amostras / Guaraqueçaba-PR														
Família	Tipos polínicos	ASF 38	ASF 39	ASF 40	ASF 41	ASF 42	ASF 43	ASF 44	ASF 45	ASF 46	ASF 47	ASF 48	ASF 49	ASF 50	ASF 51	ASF 52
Moraceae	<i>Morus</i>	PA	PIO	PIO	PII	PD	PA	PA				PA			PA	
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i>			PA	PIO			PIO				PII	PIO			PII
	<i>Myrcia</i> II					PIO										
	<i>Psidium</i>	PA	PA	PA					PII	PII	PII	PII	PA		PII	
Piperaceae	<i>Piper</i>		PII	PII						PII						
Poaceae	Tipo Poaceae I		PIO			PIO		PIO							PIO	PIO
Rubiaceae	Tipo Rubiaceae		PIO				PD	PA								
Rutaceae	Tipo Rutaceae	PIO	PIO								PA		PII			
	<i>Zantoxylum</i>	PII	PII	PIO												
Sapindaceae	<i>Paullinia</i>		PIO													
Scrophulariaceae	<i>Scoparia</i>						PII	PII		PII	PA					
Solanaceae	<i>Solanum</i>						PII	PII			PII			PIO		
Verbenaceae	<i>Aloysia</i>									PIO						

Pólen dominante (PD>45% do total de grão de pólen), pólen acessório (45%>PA>15%), pólen isolado importante (14%>PII>3%) e pólen isolado ocasional (PIO<3%).

Para as amostras de méis de Guaraqueçaba as famílias mais ricas em tipos polínicos foram Fabaceae/Mimosoideae (10,91%) seguida de Asteraceae e Myrtaceae cada uma com 7,27% (Figura 5).

Figura 5 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Guaraqueçaba, Paraná

Os recursos a serem utilizados pelas abelhas dependem de sua disponibilidade na área de coleta, mas numa mesma área, as diferentes espécies de abelhas apresentam extensões de nicho variáveis sugerindo que suas preferências por determinado tipo de pólen pode determinar a extensão do nicho polínico. A

chuva promove maior diversificação dos recursos em virtude da baixa floração (OLIVEIRA et al., 2009).

As amostras de Mafra/SC tiveram 14 tipos polínicos identificados representados em 9 famílias e um tipo não identificado (Tabela 16). *M. scabrella* foi o pólen dominante nas amostras de *M. marginata*, *M. mondury* e *M. quadrifasciata*. Nas demais amostras o tipo *M. scabrella* ocorreu como pólen isolado importante e apenas na amostra de *M. bicolor* (ASF 56) este tipo polínico não foi constatado.

Tabela 16 – Tipos polínicos identificados nas amostras de méis de Meliponinae coletadas em Mafra, Santa Catarina

Família	Tipos polínicos	Amostras / Mafra-SC				
		ASF 53	ASF 54	ASF 55	ASF 56	ASF 59
Asteraceae	<i>Bidens</i>					PII
	<i>Vernonia</i>				PIO	PIO
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>				PIO	PII
Fabaceae/Faboideae	Fabaceae II	PII	PA			PA
	Fabaceae III			PIO		
Fabaceae/Mimosoideae	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	PII	PII			
	<i>Mimosa scabrella</i>	PD	PD	PD		PII
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i>			PIO		
Melastomataceae	Melastomataceae	PIO				PII
Meliaceae	Meliaceae					PA
Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	PA		PII	PD	
Sapindaceae	<i>Allophylus</i>					PA
Solanaceae	Solanaceae	PII				
	<i>Solanum</i> III			PII	PII	
Não Identificado	NI					PIO

Pólen dominante (PD>45% do total de grão de pólen), acessório (45%>PA>15%), pólen isolado importante (14%>PII>3%) e pólen isolado ocasional (PIO<3%); NI (não identificado).

O tipo polínico mais frequente entre as amostras de Mafra foi *M. scabrella* ocorrendo em 80% das mesmas, seguido de Fabaceae II e *Myrcia* ambos frequentes em 60% (Anexo C).

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é uma espécie arbórea leguminosa nativa de grande importância sócio-econômica no sul do Brasil (CARPENEZZI et al., 1997). O “mel de bracatinga” é rico em glicose, com cristalização rápida (EMBRAPA, 1988) e sabor amargo.

M. scabrella constitui-se como importante fonte de recurso para dieta dos meliponíneos estudados em Mafra ocorrendo como pólen dominante na amostra de

M. quadrifasciata, *M. mondury* e *M. marginata*. O tipo polínico *Myrcia* também foi representado tanto como pólen dominante na amostra de *M. bicolor* como pólen acessório na amostra de *M. quadrifasciata*.

Martins et al. (2011) verificaram que Fabaceae/Mimosoideae, embora também tenha apresentado tipos polínicos de quatro espécies nas amostras de mel de *Melipona fasciculata*, apenas duas (*M. caesalpiniaefolia* e *M. pudica*) contribuíram de forma significativa na composição do mel. Segundo este autor, o mel de *M. fasciculata* apresentou na sua composição a presença do néctar de poucas espécies vegetais, sendo estas ruderais e nativas.

Algumas espécies do gênero *Mimosa* são fontes de pólen (*M. scabrella*), néctar (*M. bimucronata* e *M. invisa*) ou ambos os recursos (*M. dalleoides*, *M. pudica* e *M. velloziana*) para os meliponíneos (RAMALHO et al., 1990). Segundo Carreira et al. (1986) isso pode ser explicado devido a *Mimosa* ser uma planta ruderal, polinífera, ocorrendo em abundância em vários locais, além de grande parte florescer durante todo o ano, o que torna a família fonte inesgotável de recursos.

Estudos realizados na Bahia revelaram a participação de *M. caesalpiniaefolia* na composição do mel de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* (CARVALHO et al., 2001; 2006; NASCIMENTO, 2009).

Geralmente os meliponíneos forrageiam as plantas com floração abundante e mais duradoura, mas procuram diversificar e coletar em outras fontes menos atrativas (MARQUES-SOUZA, 1999). Em colônias de diferentes espécies, instaladas em um mesmo local Marques-Souza (1999) verificou que houve uma tendência de coleta em fontes comuns de pólen e/ou néctar como nas espécies *Miconia myriantha* e *Tapirira guianensis*.

As famílias Asteraceae, Fabaceae (Faboideae e Mimosoideae) e Solanaceae apresentaram maior número de tipos polínicos, ambas com 14,29% do total (Figura 6).

Figura 6 – Distribuição percentual dos tipos polínicos por família botânica para as amostras de mel de Meliponinae provenientes de Mafra, Santa Catarina

Os municípios de Bandeirantes e Cornélio Procópio apresentaram o maior índice de similaridade (0,37) dos tipos polínicos identificados nas amostras de mel estudada (Tabela 17). O menor índice foi registrado para Guaraqueçaba x Mafra e para Icém x Mafra.

Tabela 17 – Similaridade entre os tipos polínicos identificados entre as amostras de méis de Meliponinae dos municípios estudados

Locais*	Band	Corn	Guar	Icém	Mafra
Band	-	0,37	0,20	0,29	0,18
Corn		-	0,15	0,20	0,18
Guar			-	0,15	0,10
Icém				-	0,09
Mafra					-

* Band (Bandeirantes), Corn (Cornélio Procópio) e Guar (Guaraqueçaba).

Bandeirantes e Cornélio Procópio são geograficamente próximos, deste modo a flora de ambos os municípios pode ser compostas por um número elevado de espécies comuns a ambos, como pode ser observado pela similaridade mais

elevada de tipos polínicos explorados pelas abelhas nativas. Enquanto que para os demais municípios quando confrontados apresentaram reduzido índice similaridade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como não dispomos de uma legislação própria para o mel de meliponíneos os parâmetros avaliados foram comparados com os parâmetros de qualidade estabelecidos na Legislação Brasileira para mel e valores sugeridos para mel de meliponíneos do Brasil por Villas-Boas e Malaspina (2005). Para os parâmetros açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural e cinzas as amostras de mel de meliponíneos analisadas atendem aos pré-requisitos da legislação vigente, enquanto que os parâmetros umidade e atividade diastásica não atendem, porém encontram-se nos limites proposto por Villas-Boas e Malaspina (2005) e Carvalho et al. (2013).

Este fato aponta a necessidade de criação de uma legislação específica para mel das abelhas nativas levando em consideração o elevado número de espécies e suas características diferenciadas.

A determinação dos elementos-traços (Cd, Cu, Pb e Zn) indica que as amostras de mel de abelhas sem ferrão analisadas apresentam concentrações não prejudiciais a saúde humana.

A análise polínica do mel de Meliponinae indicou a característica generalista destes indivíduos pela diversidade de espécies vegetais representadas no seu espectro polínico. Dessa forma o estudo do pólen presente no mel deve se somar ao levantamento de plantas visitadas por abelhas para ampliar as informações sobre pasto meliponícola de uma região.

Destaca-se a característica multifloral dos méis avaliados, com contribuições expressivas de Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae), Asteraceae, Myrtaceae e Solanaceae como a mais diversificada em espécies visitadas por Meliponinae na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B.X.; ROMANO, V.P.; RISTOW, A.M.; CAVALLO, E.G. Avaliação microbiológica de méis não inspecionados comercializados no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19 n. 128, p. 109-112, jan./fev. 2005.
- ABSY, M.L.; CAMARGO, J.M.F.; KERR, W.; MIRANDA, I.P.A. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera, Apoidea), para coleta de pólen na Região do Médio Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 277-237, jan. 1984.
- AGANIN, A.F. Electrical conductivity of several unifloral honeys. **Trudy Saratovskogo Zootekhnicheskogo Inatituta**, Soratov, v. 21, n. 2, p. 137-144, jan./mar. 1971.
- ALCOFORADO-FILHO, F.G. Sustentabilidade do semi-árido através da apicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Resumos...** Salvador: UFBA/SBB, 1998. Resumo 61.
- ALEIXO, L.M. **Voltametria: conceitos e técnicas**. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo: UEC, 2003. 40p.
- ALEIXO, K.P.; FARIA, L.B.; GARÓFALO, C.A.; IMPERATRIZ FONSECA, V.L.; SILVA, C.I. Pollen Collected and Foraging Activities of *Frieseomelitta varia* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae) in an Urban Landscape. **Sociobiology**, Feira de Santana, v. 60, n. 3, p. 266-276, July. 2013.
- ALMEIDA, D. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**. 2002. 103p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ALVES, R.M.O. **Melipona mandacaia Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae): aspectos de interesse agrônomo, Cruz das Almas**, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia. Cruz das Almas, 2004.
- ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. O conhecimento da pastagem apícola. In: CONGRESSO BAIANO DE APICULTURA, 2., 2002, Paulo Afonso. **Resumos...** Paulo Afonso: Editora, 2002. p. 77-81.
- ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L.; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 644-650, out./dez.2005.

ANACLETO, D.A.; SOUZA, B.A.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C. Composição de amostras de mel de abelha Jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 535-541, jul./set. 2009.

ARAÚJO, D.F.D. **Mel de abelhas *Apis mellifera* (L.) como ferramenta para bioindicação de poluição ambiental**. 2012. 78p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

AROUCHA, E.M.M.; OLIVEIRA, A.J.F.; NUNES, G.H.S.; MARACAJÁ, P.B.; SANTOS, M.C.A. Qualidade do mel de abelha produzido pelos incubados da IAGRAM e comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 211-217, jan./mar. 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COUNCIL (A.O.A.C.) **Official methods of Analysis**. suppl. 15, 2.ed. 1990.

ATAGO Co. Refratômetro para mel. **Abelhas**, Porto, v. 31, n. 362/363, p. 9 11-12, 41,44, 1988.

AZEREDO, M.A.A.; AZEREDO, L.C.; DAMASCENO, J.G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 3-7, jan./abr. 1999.

BARROS, H.D.; BATISTA, E. Avaliação físico-química e microbiológica de diferentes marcas de mel. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 1, 66/167, p. 76-79, nov./dez. 2008.

BARTH, O.M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. **Anais Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 351-66, jun. 1970a.

BARTH, O.M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 2. Pólen acessório. **Anais Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 571-90, jun. 1970b.

BARTH, O.M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 3. Pólen isolado. **Anais Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 747-72, jun. 1970c.

BARTH, O.M. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 6. Espectro polínico de algumas amostras de mel dos Estados da Bahia e do Ceará. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 31, n. 2, p. 4 31-434, jan./abr. 1971.

BARTH, O.M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, 1989. 152p.

BARTH, O.M. Pollen in monofloral honeys from Brazil. **Journal of Apicultural Research**, Cardiff, v. 29, n. 2, p. 89-94, June. 1990.

BARTH, O.M. Monofloral and wild flower honey pollen spectra in Brazil. **Ciência e Cultura**, Campinas, v.48, n. 3, p. 163-166, jun. 1996.

BARTH, O.M. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 342-350, May/June. 2004.

BARTH, O.M. Palynological analysis of geopropolis samples obtained from six species of Meliponinae in the Campus of the Universidade de Ribeirão Preto, USP, Brasil. **Apiacta**, Bucuresti, v. 41, n. 1, p. 1-14, Feb. 2006.

BARTH, O.M.; LUZ, C.F.P.; GOMESKLEIN, V.L. Pollen morphology of Brazilian species of *Cayaponia* Silva Manso (Cucurbitaceae, Cucurbiteae). **Grana**, Washington, v. 44, n. 3, p. 129-136, Nov. 2005.

BARTH, O.M.; SÃOTHAGO, L.E.; BARROS, M.A. Paleoenvironment interpretation of a 1760 years B.P. old sediment in a mangrove area of the Bay of Guanabara, using pollen analysis. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 2, p. 227-229, jan./june. 2006.

BASTOS, E.M. Espectro polínico do mel produzido em algumas áreas antrópicas de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 789-799, nov. 1995.

BERA, A. **Composição Físico-Química e Nutricional do Mel Adicionado com Própolis**. 2004. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BERA, A; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Propriedades físico-químicas de amostras comerciais de mel com própolis do estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 49-52, jan./mar. 2007.

BERTOLDI, F.C.; REIS, V.D.A.; GONZAGA, L.V.; CONGRO, C.R. Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidas no pantanal. **Evidência Biotecnologia e Alimentos**, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 63-74, jan./jun. 2007.

BIANCHI, E.M. **Determinacion de HMF en la miel**. Santiago del Estero: Centro de Investigaciones Apícolas/Universidad Nacional de Santiago del Estero, 1989. 81p.

BLACK, R.E. Micronutrients in pregnancy. **British Journal of Nutrition**, Cambridge v. 85, suppl. 2, p. 193S-7, may, 2001.

BLOCHTEIN, B. Biologia de Abelhas Indígenas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: CBA, 2000. p. 370-437.

BOGDANOV, S. **The Book of Honey**: a short history of honey. Bee Product Science, chap. 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 ago.2013.

BOGDANOV, S.; HALDIMANN, M.; LUGINBUH, W.; GALLMANN, P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. **Bee World**, London, v. 46, n. 4, p. 269-275, Aug./Sept. 2007.

BOGDANOV, S.; LULLMANN, C.; MOSSEL, B. L.; D'ARCY, B. R.; RUSSMANN, H.; VORWOHL, G.; ODDO, L.; SABATINI, A. G.; MARCAZZAN, G. L.; PIRO, R.; FLAMINI, C.; MORLOT, M.; LHERETIER, J.; BORNECK, R.; MARIOLEAS, P.; TSIGOURI, A.; KERKVLIT, J.; ORTIZ, A.; IVANOV, T.; VIT, P.; MARTIN, P.; VON DER OHE, W. Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission. **Bee World**, London, v. 80, n. 2, p. 61-69, Aug. 1999.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMANN, C. Harmonised methods of the European honey commission, **Apidologie**, Les Ulis, v. 5, suppl.1, p.1-59, 1997. Disponível em:< http://www.apis.admin.ch/host/doc/pdfhoney/LHCmethods_e.pdf> . Acesso em:10 nov. 2012.

BOLETIN OFICIAL ESPAÑOL (B.O.E.) Orden de 12 de junio de 1986, de la **Presidencia del Gobierno por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis para la miel**. B.O.E., Madrid, 18 junio de 1986, n. 145, p. 22195-22202.

BORSATO, D.M.; BORSATO, A.V.; LUZ, C.F.P.; FARAGO, P.V.; MIGUEL, O.G. Espectro polínico de amostras de mel de meliponíneos provenientes do Estado do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 2, p. 1-5, dez. 2011.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations (with discussion). **Journal of the Royal Statistical Society**, Paris, Séries B, v. 26, n. 2, p. 211-252, Apr. 1964.

BRASIL. Leis, etc. **Portaria nº 16 de 13 de março de 1990: Fixa Limites Máximos de Tolerância de Chumbo em Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 15. mar. 1990. Seção I, p. 5436, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo_intrnorm11.htm>. Acesso em: 15 out. 2012.

BRASIL. **Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998: Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos**. D.O.U. nº 165-E, de 28/08/98, Seção I, p. 28-29, 1998.

BRUENING, H. **Abelha jandaíra**. 2. ed. Mossoró: Fundação Vingt-Um Rosado, 2001.149p. (Coleção Mossoroense, Série C, 1189).

CAMPOS, M.G.R. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. **Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra**, Coimbra, v. 11, n. 2, p. 17-47, jul./dez. 1987.

CAMPOS, F.S.; GOIS, G.C.; CARNEIRO, G.G. Parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Melipona scutellaris* produzido no estado da Paraíba. **FAZU em Revista**, Uberaba, v. 1, n.7, p. 186-190, dez. 2010.

CANO, C.B.; FELSNER, M.L.; MATTOS, J.R.; BRUNS, R.E.; WATANABE, H.M.; MURADIAN, L.B.A. Comparison of methods for determining moisture content of *Citrus* and *Eucalyptus* brazilian honeys by refractometry. **Journal of Food Composition Analysis**, Paris, v. 14, n. 1, p. 101-109, Feb. 2001.

CARPANEZZI, A.A.; PAGANO, S.N.; BAGGIO, A.J. Banco de sementes de bracatinga em povoamentos do sistema agroflorestal tradicional de cultivo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 1, n. 35, p. 3-19, jul./dez. 1997.

CARREIRA, L.M.M.; JARDIM, M.A.G. Análise polínica de méis de alguns municípios do Estado do Pará-II. **Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi**, série Botânica, Belém, v. 10, n. 1, p. 83-89, dez. 1994.

CARREIRA, L.M.M.; JARDIM, M.A.G.; MOURA, C.O.; PONTES, M.A.; MARQUES, R.V. Pollen analysis of honeys from some municipalities of Pará. In: **International Symposium on the Humid Tropics**, Belém, v. 2, p.79-84, 1986.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C. Tipos polínicos coletados por *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 717-722, jul. 1999.

CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S. Características físico-químicas de amostras de méis da Bahia: Porcentagem de cinzas. In: CONGRESSO BAIANO DE APICULTURA, 1., 2000, Salvador. **Resumos...**, Salvador: UESC, 2000. p.105.

CARVALHO, C.A.L.; MORETI, A.C.C.C.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O.; OLIVEIRA, P.C.F. Pollen spectrum of samples of urucu bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811) honey. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 61, n. 1, p. 63-67, Feb. 2001.

CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A. **Criação de abelhas sem ferrão**: aspectos práticos. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI, 2003. 42 p. (Série,1).

CARVALHO, C.A.L.; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O. **Mel de Abelha sem ferrão**: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: Nova Civilização, 2005. 32 p. (Série, 5).

CARVALHO, C.A.L.; NASCIMENTO, A.S.; PEREIRA, L.L.; MACHADO, S.M.; CLARTON, L. Fontes nectaríferas e poliníferas utilizadas por *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 18, n. 4, p. 249-256, out./dez. 2006.

CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A.; VÉRAS, S.O.; ALVES, E.M.; SODRÉ, G.S. Proposta de regulamento técnico de qualidade físico-química do mel floral processado produzido por abelhas do gênero *Melipona*. **Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots**. Mérida, p. 1-9. 2013. Disponível em: <<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35292>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

CARVALHO, C.E.V.; DI BENEDITTO, A.P.M.; SOUZA, C.M.M.; RAMOS, R.M.A.; REZENDE, C.E. Heavy metal distribution in two cetacean species from Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 88, n. 6, p. 1117-1120, Aug. 2008.

CARVALHO, J.R. **Otimização da metodologia de determinação de molibdênio em solos e plantas por voltametria de onda quadrada com redissolução catódica adsorbtiva**. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

CASTRO, M.S. Plantas apícolas - identificação e caracterização. In.: BRANDÃO, A.L.; BOARETTO, M.A.C. (Coord). **Apicultura atual: diversificação de produtos**. Vitória da Conquista; DFZ; UEFS, 1994. cap. 1, p. 21-31.

CHAVES. A.F.A.; GOMES, J.E.H.; COSTA, A.J.S. Caracterização físico-química do mel de *Melipona fulva* Lepeletier, 1836 (Himenoptera: Apidae: Meliponinae) utilizada na meliponicultura por comunidades tradicionais do entorno da cidade de Macapá-AP. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 2, n. 1, p. 1-9, fev. 2012.

CODEX ALIMENTARIUS. **Revised codex standard for honey**. 24th session of the Codex Alimentarius, 2001. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/standard>. Acesso em: 12 ago. 2013.

CONTI, M.E.; BOTRE, F. Honey bees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. **Environmental Monitoring and Assessment**, Bangor, v. 69, n. 3, p. 267-282, May. 2001.

COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO – COPERSUCAR. Métodos analíticos. In: COPERSUCAR. **Manual de controle químico de produção de açúcar**. Piracicaba: Copersucar, 1987. p. 1-51.

CORBELLA, E.; COZZOLINO, D. Classification of the Floral Origin of Uruguayan Honeys by Chemical and Physical Characteristics Combined with Chemometrics. **Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 5, p. 534-539, Mar. 2006.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; GELLI, D.S. Analyse pollinique, propriétés physico-chimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de Méliponinés du Brésil. **Apidologie**, Paris, v. 22, n. 1, p. 61-73, Oct. 1991.

COUTO, R.H.N.; COUTO, L.A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191p.

CRANE, E. **Honey**: a comprehensive survey. London: Heinemann, 1975. 608p.

CRANE, E. **Livro do mel**. Trad. de Astrid Kleinert Giovannini. São Paulo: Nobel, 1983. 226p.

CRANE, E. **Bees and beekeeping-science, practice and world resources**. London: Neinemann Newnes, 1990. 614p.

DAELLEN-BACH, K.K. The use of honeybee. **Gleanings in Bee Culture**, Ithaca, v. 109, n. 10, p. 530-531, Dec. 1981.

DAVIES, O.A.; ALLISON M.E.; UYI, H.S. Bioaccumulation of heavy metals in water, sediment and periwinkle (*Tympanotonus fuscatus* var *radula*) from the Elechi Creek, Niger Delta. **African Journal of Biotechnology**, Bowie, v. 5, n. 10, p. 968-973. Apr. 2006.

DENARDI, C.A.S.; NISHIMOTO, E.J.; BALIAN, S.C.; TELLES, E.O. Avaliação da atividade de água e da contaminação por bolores e leveduras em mel comercializado na cidade de São Paulo – SP, Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 219-222, maio. 2005.

DESCHAMPS, E.; MATSCHLLAT, J. **Arsênio antropogênico e natural**: um estudo em regiões do Quadrilátero Ferrífero – Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente MG, 2007. 270p.

DRUMMOND, P.M. **Abelhas sem ferrão**. 2011. Disponível em: <http://www.cpaefac.embrapa.br>. Acesso em: 20 maio 2011.

DURKEE, L.H. A pollen profile from wooden bog in North-Central Iowa. **Ecology**, Tempe, v. 52, n. 5, p. 837-844, Sept. 1971.

EISLER, R. **Handbook of Chemical Risk Assessment**: Health Hazards to Humans, Plants, and Animals. Metals. 738 p. Lewis Publishers. Boca Raton. chap 3: Copper. 2000. p. 93-200.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.)**. Curitiba, 1988. 70p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 20).

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E.M.S.; BESERRA, E.M.F.; RODRIGUES, M.L. Análise físico-química dos mel de abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, set./out. 2005.

FALLICO, B.; ZAPPALÀ, M.; ARENA, E.; VERZERA, A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, Reading, v. 85, n. 2, p. 305-313, July. 2004.

FELLER-DEMALSY, M.J.; VICENTE, B.; BEAULIEU, F. Teneur en minéraux et origine géographique des miels du Canada. **Apidology**, Paris, v. 20, n. 1, p. 77-91, Oct. 1989.

FELSNER, M.L.; CANO, C.B.; BRUNS, R.E.; WATANABE, H.M.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; MATOS, J.R. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. **Journal of Food Composition and Analysis**, Paris, v. 17, p. 737-747, Nov. 2004.

FERREIRA, M.B. Plantas apícolas no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, p. 40-47, 1981.

FISZMAN, M.; PFEIFFER, W.C.; LACERDA, L.D. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba bay, R.J. **Environmental Technology Letters**, London, v.5, n. 12, p. 567-575, Aug. 1984.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. 3 rd ed. London: Academic Press, 1993. 643p.

FREITAS, B.M. **Potencial da caatinga para a produção de pólen e néctar para a exploração apícola**. 1991. 140p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.

FRÍAS, I.; HARDISSON, A. Estudio de los parámetros analíticos de interés en la miel. II: Azúcares, cenizas y contenido mineral y color. **Alimentaria**, Madrid, v. 28, n. 235, p. 41-43, jul. 1992.

HARTLEY, H.O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika Trust**, London, v. 37, n. 3/4, p. 271–280, Dec. 1950.

HOLANDA, C.A.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, M.C.P.; RIBEIRO, M.N.S.; SOUZA, J.L.; ARAÚJO, M.J.A.M. Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 55-58, jul. 2012.

HORN, H. **Intensive practical cours on honey analysis**. 1996. 43p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1996.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Abelhas sociais e flores, análise polínica como método de estudo. In: PIRANI, J.R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. (Ed.). **Flores e abelhas em São Paulo**. São Paulo:EDUSP, 1994. cap. 2, 16-30 p.; p.17-30.

IWAMA, S. **Coleta de alimentos e qualidade do mel de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae)**. 1977. 134p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de Pão Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangaú, 1996. 143p.

KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (Ed.). **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 2002. 313p.

KOMATSU, S.S. **Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae)** de diferentes municípios do Estado de São Paulo. 1996. 90p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

KÜÇÜK, M.; KOLAYLI, S.; KARAOĞLU, S.; ULUSOY, E.; BALTACI, C.; CANDAN, F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. **Food Chemistry**, Reading, v. 100, n. 2, p. 526-534, Oct. 2007.

KRUG, F.J. **Métodos de Preparo de Amostras: Fundamentos sobre métodos de preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar**. Piracicaba: CALQ, 2008. 340p.

LACERDA, J.J.J.; SANTOS, J.S.; SANTOS, S.A.; RODRIGUES, G.B.; SANTOS, M.L.P. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellifera* no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Química nova**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1022-1026, abr. 2010.

LANE, J.H.; EYNON, L. **Determination of reducing sugars by fehling's solution with methylene blue**. London: Normam Rodge, 1934. 8p.

LEE, J.D. **Química inorgânica: não tão concisa**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 527p.

LIMA, M. **Flora apícola tem e muita!:** um estudo sobre as plantas apícolas de Ouricuri-PE. Ouricuri: Caatinga, 2003. 63p.

LIRIO, F.C. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados**. 2010. 156p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

LORENZON, M.C.A.; MORGADO, L.N. Mel com biodiversidade. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 42, n. 249, p. 65-67, jun. 2008.

LOUISE, J.K.; DURLING, L.F.B.; BJÖRN, E.H. Evaluation of the DNA damaging effect of the heat-induced food toxicant 5-hydroxymethylfurfural (HMF) in various cell lines with different activities of sulfotransferases. **Food and Chemical Toxicology**, Andover, v. 47, n. 4, p. 880-884, Apr. 2009.

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

MANLY, B.J.F. **Métodos estatísticos multivariados**: Uma introdução. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 229p.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. **Mel brasileiro**: composição e normas. Ribeirão Preto: ASP, 2004. 111p.

MARQUES, L.J.P.; MUNIZ, F.H.; LOPES, G.S.; SILVA, J.M. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 1, p. 141-149, jan. 2011.

MARQUES-SOUZA, A.C. **Características de coleta de pólen de alguns meliponíneos da Amazônia Central**. 1999. 248p. Tese (Doutorado na área de) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 1999.

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

MATEO, R.; BOSCH-REIG, F. Classification of Spanish unifl oral honeys by discriminant analysis of electrical conductivity, color, water content, sugars and pH. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 46, n. 2, p. 393-400, Jan. 1998.

MELLO, L.C. **Otimização de técnicas voltamétricas de redissolução para análise de metais traço em águas de ambientes costeiros de Santa Catarina**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MELO, Z.F.N.; DUARTE, M.E.M.; MATA, M.E.R.M.C. Estudo das alterações do hidroximetilfurfural e da atividade diastásica em méis de abelha em diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 89-99, jan. 2003.

MENDES, E.; PROENÇA, E.B.; FERREIRA, I.M.P.L.V.; FERREIRA M.A. Quality evaluation of Portuguese honey. **Carbohydrate Polymers**, Loughborough, v. 37, n. 3, p. 219-223, Nov. 1998.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. 2nd ed. Baltimore: The John Hopkins University Press, London, 2007. 913p.

MIGUEL, A. **Cádmio - Intoxicação**. Disponível em: <<http://www.medicinageriatrica.com.br/2008/01/14/saude-geriatria/camidio-intoxicacao/>>. Acesso em: 18 set. 2013.

MINCKLEY, R.L.; ROULSTON, T.H. Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: WASER, N.M.; OLERTON, J. (Ed.) **Plant-pollinator interactions. From specialization to generalization**. Chicago; London: University of Chicago Press, 2006. chap. 4. p. 69-98.

MORAES, R.M.; BENEVIDES, L.H.T.S.; MENEZES, A. A desumidificação no mel no Brasil. **Apicultura e Polinização**, São Paulo, v. 6, n. 13, p. 27-29, nov./dez. 1989.

MORAES, R.M.; TEIXEIRA, E.W. **Análise de mel**. Pindamonhangaba, 1998. 42p. (Manual Técnico).

MORETI, A.C.C.C.; FONSECA, T.C.; RODRIGUEZ, A.P.M.; MONTEIRO-HARA, A.C.B.A.; BARTH, O.M. **Fabaceae forrageiras de interesse apícola**: aspectos botânicos e polínicos. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2007. 98p.

MUNDO, M.A.; PADILLA-ZAKOUR, O.I.; WOROBO, R.W., Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. **International Journal of Food Microbiology**, Torino, v. 97, n. 1, p. 1-8, Dec. 2004.

NANDA, V.; SARKAR, B.C.; SHARMA, H.K.; BAWA, A.S. Physico-chemical Properties and Estimation of Mineral Content in Honey Produced from Different Plants in Northern India. **Journal of Food Composition and Analysis**, Paris, v. 16, n. 5, p. 613-619, Oct. 2003.

NASCIMENTO, L.F.C., FILHO, H.J.I., BALTAZAR, E.O. Níveis de Chumbo em colostro humano: um estudo no Vale do Paraíba. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 6, n. 1, p. 69-74, jan./mar. 2006.

NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, C.A.L.; SODRÉ, G.S.; PEREIRA, L.L.; MACHADO, C.S.; LEANDRO, S.J. Recursos nectaríferos e poliníferos explorados por *Melipona quadrifasciata anthidioides* em Cruz das Almas, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. esp., p. 25-29, ago. 2009.

NOGUEIRA-NETO, P. Stingless bees and their study. **Bee World**, Treforest, v. 32, n. 10, p. 73-76. June. 1951.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446p.

OGA, S. **Fundamentos da Toxicologia**. 2.ed. São Paulo: O Atheneu, 2003. 474p.

OLAITAN, P.B.; ADELEKE, O.E.; OLA, I.O. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. **African Health Sciences**, Kampala, v. 7, n. 3, p. 159-165, Sept. 2007.

OLIVEIRA, E.G.; MONTEIRO NETO, V.; SILVEIRA, L.M.S.; NASCIMENTO, A.R.; NAHUIZ, M.S.R.; MENESES, S.L.; VASCONCELOS, A.F.F.; COSTA, M.C.P.; BORGES, A.C.S.; BOGEA, A.L.G.; AZEVEDO, C.C.; FERREIRA, C.F.C.; LIMA, J.C. Avaliação de parâmetros físico-químicos do mel de tiúba (*Melipona compressipes fasciculata* Smith), produzido no Estado do Maranhão. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 146, p.74-81, nov. 2006.

OLIVEIRA, F.P.M.; ABSY, M.L.; MIRANDA I.S. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus, Amazonas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 505-518, mar. 2009.

OLIVEIRA, K.A.M.; RIBEIRO, L.S.; OLIVEIRA, G.V. Caracterização microbiológica, físico-química e microscópica de mel de abelhas canudo (*Scaptotrigona depilis*) e jataí (*Tetragonisca angustula*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 239-248, jul. 2013.

ORTIZ-VALBUENA, A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-1987. **Cuadernos de Apicultura**, Madrid, v. 1, n. 5, p. 8-9, Oct. 1988.

OSTERKAMP, I.C. **Características polínicas e físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidea) e de *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Trigonini) da região do Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul.** 2009. 51p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2009.

OZCAN, M.; ARSLAN, D.; CEYLAN, D.A. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. **Food Chemistry**, Reading, v. 99, n. 1, p. 24-29, Jan. 2007.

PANDEY, R; SHUBHASHISH, K; PANDEY, J. Dietary intake of pollutant aerosols via vegetable influenced by atmospheric deposition and wastewater irrigation. **Ecotoxicology and environmental safety**, Albany, v. 76, n. 1, p. 200-208, Feb. 2012.

PEREIRA, F.M.; LOPES, M.T.R.; CAMARGO, R.C.R.; VILELA, S.L.O. **Produção de mel.** Embrapa Meio-Norte, versão virtual. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2013.

PEREIRA, L.L. **Análise físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* e Meliponíneos.** 2010. 84p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PÉRICO, E.; TIUMAN, T.; LAWICH, M.; KRUGER, R. Avaliação microbiológica e físico-química de méis comercializados no município de Toledo, PR. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n. 3, p.365-382, nov. 2011.

PINTO, C.C.O.A.; LIMA, L.R.P. Análises físico-químicas de méis consumidos no Vale do Aço/MG. **Farmácia & Ciência**, Ipatinga, v. 1, n. 1, p. 27-40, ago./dez. 2010.

POHL, P. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. **Trends in Analytical Chemistry**, Aldershot, v. 28, n. 1, p. 117-128, Jan. 2009.

PORRINI, C.; SABATINI, A.G.; GIROTTI, S.; GHINI, S.; MEDRZYCKI, P.; GRILLENZONI, F.; BORTOLOTTI, L.; GATTAVECCHIA, E.; CELLI, G. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. **Apiacta**, Bucuresti, n. 38, v. 1, p. 63-70, Dec. 2003.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N.P. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. **Apidologie**, Paris, v. 20, n. 3, p. 185-195, Dec. 1989.

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

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie**, Paris, v. 21, n. 1, p. 469-488. Jan./Mar. 1990.

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

RAMALHO, M.; SILVA, M.D.; CARVALHO, C.A.L. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): Uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no domínio tropical Atlântico. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 37-45, jan./fev. 2007.

RIBEIRO, R.O.R.; SILVA, C.; MONTEIRO, M.L.; BAPTISTA, R.F.; GUIMARÃES, C.F.; MÁRSICO, E.T.; MANO, S.B.; PARDI, H.S. Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 16, n. 1, p. 3-7, jan./abr. 2009.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T.S.L.; MENDONÇA, C.R.B.; BORGES, C.D. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 547-553, out./dez. 2011.

RODANTE, A.T.A. **Flora fanerogâmica das dunas interiores da margem esquerda do médio rio São Francisco, Ibiraba, Barra, Bahia, com ênfase na flora apícola (10°47'37"S e 42°49'25"W)**. 2003. 88p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

ROOT, A.I. **ABC y xyz de la apicultura**: encyclopedia de la cria científica y práctica de las abejas. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1985. 723p.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Tropical Biology Series, 1992. 514p.

ROUBIK, D.W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995. 196p. (Agricultural Services Bulletin, 118).

SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S.; MOURE, J.S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil - preliminary report. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University**, Sapporo, v. 19, n. 6, p. 25-91, Mar. 1967.

SALGUEIRO, M.J.; BIOCH, M.Z.; LYSIONEK, A.; SARABIA, M.I.; CARO, R.; PAOLI, T.D.; HAGER, A.; WEILL, R.; BIOCH, J.B. Zinc as an essential micronutrient: a review. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 20, n. 5, p. 737-755, May. 2000.

SAMPAIO, A.C.S. **Metais pesados na água e sedimentos dos rios da bacia do alto Paraguai**. 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2003.

SANDSTEAD, H.H.; DINTZIS, F.R.; BOGYO, T.; MILNE, D.A.; JACOB, R.A.; KLEVAY, L. M. Dietary factors that can impair calcium and zinc nutritive of the elderly. In: PRINCELY, J.; SANDSTEAD, H.H. (Ed.). **Nutrition and aging**. New York: Alan R Liss, 1990. p. 241-262.

SANTOS, L.B.O.; MASINI, J.C. Square wave adsorptive cathodic stripping voltammetry automated by sequential injection analysis Potentialities and limitations exemplified by the determination of methyl parathion in water samples. **Analytica Chimica Acta**, Louisville, v. 606, n. 2, p. 209-216, Nov. 2008.

SAS INSTITUTE. SAS/Stat 9.1.3 Service Pack 2. Cary, 2003.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988. 202p.

SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto**: uma avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. 150p. Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

SEIJO, M.C.; AIRA, M.J.; IGLESIAS, I.; JATO, M.V. Palynological characterization of honey from La Coruña province (NW Spain). **Journal of Apicultural Research**, Treforest, v. 31, n. 3/4, p. 149-155, Dec. 1992.

SERRA, B.D.V.; LUZ, C.F.P.; CAMPOS, L.A.O. The use of polliniferous resources by *Melipona capixaba*, an endangered stingless bee species. **Journal of Insect Science**, Madison, v. 12, n. 148, p. 1-14, Oct. 2012.

SERRANO, S.; VILLAREJO, M.; ESPEJO, R.; JODRAL, M. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis. **Food Chemistry**, London, v. 87, n. 4, p. 619-625, Oct. 2004.

SILVA, P.A.M. Qualidade dos Produtos de Abelhas. In: SEMINÁRIO NORDESTINO PECUÁRIO (PECNORDESTE), 7., 2003. **Resumos...**, Fortaleza: Federação de Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará, 2003. p. 1-5.

SILVA, C.L.; QUEIRÓZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 260-265, jul. 2004.

SILVA, K.F.N.L.; SANTOS, D.C.; SILVA, C.T.S.; QUEIROZ, A.J.M.; LIMA, A.O.N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do Município de Tabuleiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 52-57, jan. 2010.

SILVA, F.C.S.; ALMEIDA, A.M.; SILVEIRA, P.B.; NASCIMENTO, A.F.; HAZIN, C.A.; VALENTIM, E. Determinação de metais pesados em amostras de água usada para irrigação de hortaliças cultivadas em beira de estrada. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 9, n. 8, p. 1-7, jul. 2013.

SILVA, K.F.N.L.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F.; SILVA, C.T.S.; MELO, K.S. Características físico-químicas de mel produzido em Limoeiro do Norte durante o armazenamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 246-254, out./dez. 2009.

SILVA, S.J.N.; SCHUCH, P.Z.; VAINSTEIN, M.H.; JABLONSKI, A. Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínética capilar micelar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, supl. 1, p. 46-50, dez. 2008.

SILVEIRA, T.A.; ARAUJO, D.F.D.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OLINDA, R.A. Detection of metals by differential pulse anodic stripping voltammetry (DPASV) in pollen collected from a fragment of the atlantic forest in Piracicaba/SP. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, Itajaí, v. 8, n. 2, p. 31-36, July. 2013.

SOUSA, J.M.B.; AQUINO, I.S.; MAGNANI, M.; ALBUQUERQUE, J.R.; SANTOS, G.G.; SOUZA E.L. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p.1765-1774, jul./ago. 2013.

SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1623-1624, set./out. 2004.

SOUZA, B.A.; ROUBIK, D.W.; BARTH, O.M.; HEARD, T.A.; ENRÍQUEZ, E.; CARVALHO, C.A.L.; VILLAS-BÔAS, J.K.; MARCHINI, L.C.; LOCATELLI, J.C.; PERSANO-ODDO, L.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; BOGDANOV, S.; VIT, P. Composición de la miel de abejas sin aguijón: Estableciendo requisitos de calidad. **Interciencia**, Caracas, v. 31, n. 12, p. 867-875, nov. 2006.

SOUZA, B.A.; MARCHINI, L.C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M.O. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) da região Nordeste do Brasil: 1: Características físico-químicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 303-308, set. 2009.

SOUZA, M.C.L.; JESUS, E.F.O.; LOPES, R.T.; LEMOS, C.S.; BORGES, V.B.; ASSIS, J.T.; VITAL, H.C.; VILA, A.J.M.; GOMES, S.R. Caracterização físico-química e sensorial de mel de abelhas de floradas silvestres irradiado. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 89-92, abr. 2008.

SREENIVASA-RAO, A. Distribution of pesticides PAHs and heavy metals in prawn ponds near Kolleru lake wetland, India. **Environment International**, New York, v. 32, n. 3, p. 294-302, Aug. 2006.

STEFANINI, R. Variability and analysis of Italian Honeys. **Apiacta**, Bucuresti, v. 9, n. 1, p. 13-16, Sept. 1991.

STRAMM, K.M. **Composição e qualidade de méis de abelha jandaíra (*Melipona subnitida*), efeitos de estocagem e comparação com méis de *Apis mellifera***. 2011. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

TERRAB, A.; DÍEZ, M.; HEREDIA, J. Characterization of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 82, n. 2, p. 179-185, Dec. 2001.

TERRAB, A.; RECAMALES, A.F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F.J. Characterization of Spanish Thyme Honeys by Their Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. **Food Chemistry**, Essex, v. 88, n. 4, p. 537-542, Dec. 2004.

TERRAB, A.; GONZÁLEZ, A.G.; DÍEZ, M. J.; HEREDIA, F.J. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterization of unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 83, n. 7, p. 637- 643, Apr. 2003.

TRESSOU, J.; CRÉPET, A.; BERTAIL, P.; FEINBERG, M.H.; LEBLANC, J.C.H. Probabilistic exposure assessment to food chemicals base don extreme value theory. Application to heavy metals from fish and sea products. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 42, n. 8, p. 1349-1358, Aug. 2004.

TUZEN, M.; SILICI, S.; MENDIL, D.; SOYLAK, M. Trace elements levels in honeys from different regions of Turkey. **Food Chemistry**, Essex, v. 103, n. 4, p. 325-330, july, 2007.

TYSSET, C.; DE LA ROY, Y.R. Assays on the study of 'osmophilic' yeasts, organisms causing fermentations of honey collected in France. **Association diplomacy microbiology faculty pharmacy university**, Nancy Bull, v. 134, n. 1, p. 1-26, Nov. 1974.

VANSELL, G.H.; FREEBORN, S.B. Preliminary report on the investigations of the source of diastase in honey. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 22, n. 6, p. 922-926, Dec. 1929.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná**. 2006. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

VELTHUIS, H.H.W. **Biologia das abelhas sem ferrão**. São Paulo: Departamento de Processamento de Imagens e Design Universidade de Utrecht e Departamento de Ecologia da USP. Brasil. 1997. 35p.

VENTURIERI, G.C. **Criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 2.ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 60p.

VENTURIERI, G.C.; OLIVEIRA, P.S.; VASCONCELOS, M.A.M.; MATTIETTO, R.A. **Caracterização, colheita, conservação e embalagem de méis de abelhas indígenas sem ferrão**. Belém: Embrapa, 2007. 51p.

VERÍSSIMO, M.T.L. Saiba o que é HMF. **Apicultura no Brasil**, São Paulo, v. 4, n. 24, p. 31, jan./fev.1988.

VIDAL, M.G.; SANTANA, N.S.; VIDAL, D. Flora apícola e manejo de apiários na região do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 4, p. 503-509, out./dez. 2008.

VIDAL, R.; FRAGOSI, E.V. **Mel**: características, análises físico-químicas, adulteração e transformação. Barretos: Instituto Tecnológico Científico "Roberto Rios", 1984. 95p.

VILLAS-BOAS, J.K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, São Paulo, v.1, n. 82, p. 11-17, jul. 2005.

VIRGA, R.H.P.; GERALDO, L.P.; SANTOS, F.H. Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 779-785, out./dez. 2007.

VIT, P.; PERSANO, L.; MARANO, M.; SALAS, E. Venezuelan stingless bee honeys characterized by multivariate analysis of physicochemical properties. **Apidologie**, Paris, v. 29, n. 5, p. 377-389, Mar. 1998.

VIT, P.; PULCINI, P. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honey from Venezuela. **Journal of Apicultural Research**, Treforest, v. 35, n. 1, p. 57-62, July. 1996.

VIT, P.; MEDINA, M.; ENRIQUEZ, M.E. Quality Standards for Medicinal Uses of Meliponinae Honey in Guatemala, Mexico Na Venezuela. **Bee world**, Treforest, v. 2, n. 85, n. 1, p. 2-5, Jan. 2004.

VON DER OHE, W.; PERSANO-ODDO, L.; PIANA, M.L. Harmonized methods of melissopalynology. **Apidologie**, Paris, v. 35, n. 1, p. S18-S25, Aug. 2004.

WHITE JÚNIOR, J.W. Composition of honey. In: CRANE, E. **Honey a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1976. 157-206p.

WHITE JÚNIOR, J.W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey; Collaborative study. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry**, Madison, v. 62, n. 3, p. 515-526, May. 1979.

WHITE JÚNIOR, J.W. La miel. In: DADANT, H. **La colmena y la abeja mellifera**. Montevideo: Hemisfério Sul, 1989. chap.1, p. 21-35.

WHITE JÚNIOR, J.W. Quality evaluation of honey: role of HMF and diastase assays. Part II. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 132, n. 12, p. 792-794, Nov./Dec. 1992.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Trace elements in human nutrition and health**. Geneva: WHO, 1996. p. 9-20.

WHO. World Health Organization. **Summary and conclusions**. Fifty-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Rome, 1999. 21p.

WHO. World Health Organization. **Safety evaluation of certain food additives and contaminants**. Sixty-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva, 2004. 563p.

WILMS, W.; WIECHERS, B. Floral resource partitioning between native *Melipona* bees and the africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. **Apidologie**, Paris, v. 28, n. 6, p. 339-55, Aug. 1997.

XLSTAT. **Xlstat-Pro 2010 add-in for Excel**. New York, 2010. Disponível em: <<http://www.xlstat.com>>. Acesso em: 25 jul. 2010.

ZAMORA, M.C.; CHIRIFE, J.; ROLDÁN, D. On the Nature of the Relationship Between Water Activity and % Moisture in Honey. **Food Control**, Reading, v. 17, n. 8, p. 642-647, Aug. 2006.

ZANDER, E.; MAURIZIO, A. **Handbuch der Bienenkunde**. Der Honig. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1975. 212p.

ANEXO

ANEXO A - Identificação das amostras de méis coletas: código da amostra, espécie de abelhas das quais os respectivos méis foram coletados e localização (município/Estado)

Amostra	Espécie	Localidade*	Amostra	Espécie	Localidade*
ASF 01	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Bandeirantes / PR	ASF 31	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 02	<i>Melipona scutellaris</i>	Bandeirantes / PR	ASF 32	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 03	<i>Tetragonisca angustula</i>	Bandeirantes / PR	ASF 33	<i>Melipona scutellaris</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 04	<i>Scaptotrigona depilis</i>	Cornélio Procópio / PR	ASF 34	<i>Melipona scutellaris</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 05	<i>Tetragonisca angustula</i>	Cornélio Procópio / PR	ASF 35	<i>Melipona scutellaris</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 06	<i>Tetragonisca angustula</i>	Cornélio Procópio / PR	ASF 36	<i>Melipona scutellaris</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 07	<i>Tetragonisca angustula</i>	Cornélio Procópio / PR	ASF 37	<i>Melipona bicolor</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 08	<i>Tetragonisca angustula</i>	Icém / SP	ASF 38	<i>Melipona bicolor</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 09	<i>Tetragonisca angustula</i>	Icém / SP	ASF 39	<i>Melipona bicolor</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 10	<i>Tetragonisca angustula</i>	Icém / SP	ASF 40	<i>Melipona bicolor</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 11	<i>Tetragonisca angustula</i>	Icém / SP	ASF 41	<i>Tetragonisca angustula</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 14	<i>Scaptotrigona polysticta</i>	Icém / SP	ASF 42	<i>Tetragonisca angustula</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 15	<i>Scaptotrigona polysticta</i>	Icém / SP	ASF 43	<i>Tetragonisca angustula</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 16	<i>Scaptotrigona polysticta</i>	Icém / SP	ASF 44	<i>Tetragonisca angustula</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 17	<i>Scaptotrigona polysticta</i>	Icém / SP	ASF 45	<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 19	<i>Scaptotrigona depilis</i>	Icém / SP	ASF 46	<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 20	<i>Scaptotrigona depilis</i>	Icém / SP	ASF 47	<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 21	<i>Tetragonisca angustula</i>	Icém / SP	ASF 48	<i>Melipona marginata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 22	<i>Scaptotrigona polysticta</i>	Icém / SP	ASF 49	<i>Melipona marginata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 23	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 50	<i>Melipona marginata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 24	<i>Melipona seminigra</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 51	<i>Cephalotrigona capitata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 25	<i>Melipona seminigra</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 52	<i>Cephalotrigona capitata</i>	Guaraqueçaba / PR
ASF 26	<i>Melipona seminigra</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 53	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Mafra / SC
ASF 27	<i>Melipona mondury</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 54	<i>Melipona mondury</i>	Mafra / SC
ASF 28	<i>Melipona mondury</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 55	<i>Melipona marginata</i>	Mafra / SC
ASF 29	<i>Melipona mondury</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 56	<i>Melipona bicolor</i>	Mafra / SC
ASF 30	<i>Melipona quadrifasciata</i>	Guaraqueçaba / PR	ASF 59	<i>Tetragonisca angustula</i>	Mafra / SC

* As amostras de Bandeirantes e Cornélio Procópio foram coletas em maio de 2011, Icém em outubro de 2011, Guaraqueçaba em fevereiro de 2012 e Mafra dezembro de 2012.

ANEXO B - Valores médios dos parâmetros físico-químicos e elementos traços detectados nas amostras de méis de meliponíneos, sendo: Cond. (condutividade), HMF (hidroximetilfurfural), AD (atividade diastásica), AR (açúcares redutores) e SAC (sacarose)

(Continua)

Amostra	Parâmetros físico-químicos										Elementos traços			
	Umidade (%)	Cor	pH	Acidez (meq kg ⁻¹)	Cond. (μS cm ⁻¹)	HMF (mg kg ⁻¹)	Cinzas (%)	AD (Gothe)	AR (%)	SAC (%)	Zn mg Kg ⁻¹	Cd μg Kg ⁻¹	Pb mg Kg ⁻¹	Cu mg Kg ⁻¹
ASF 01	35,87	Âmbar claro	3,37	25,33	602	34,48	0,1	0,20	68,73	0,53	0,91	9,24	1,18	0,59
ASF 02	23,17	Âmbar	3,67	28,33	630	52,59	0,2	0,98	67,43	0,93	2,71	---	1,12	0,49
ASF 03	25,67	Âmbar escuro	4,31	33,67	1506	27,84	0,3	16,98	69,89	1,24	---	---	1,04	0,59
ASF 04	27,83	Âmbar claro	4,06	38,00	833	42,51	0,1	0,79	67,40	0,93	0,18	---	1,17	0,95
ASF 05	27,73	Âmbar	3,75	43,33	1005	42,76	0,3	12,50	66,28	0,05	0,94	2,31	2,20	0,49
ASF 06	28,43	Âmbar	3,72	38,00	743	43,06	0,3	25,71	68,39	0,45	0,61	---	1,21	0,39
ASF 07	33,90	Âmbar claro	3,72	24,33	816	22,06	0,1	0,19	69,67	0,93	3,19	---	1,19	0,87
ASF 08	28,80	Âmbar	3,59	44,00	1031	23,55	0,3	6,08	71,78	1,02	0,57	4,01	1,18	0,29
ASF 09	26,17	Âmbar	4,01	22,67	814	35,13	0,2	12,86	71,52	2,45	3,04	---	1,19	0,85
ASF 10	25,83	Âmbar	3,82	23,00	931	23,50	0,2	1,13	70,28	1,57	4,60	---	1,17	0,44
ASF 11	24,90	Âmbar	3,65	34,67	1022	24,60	0,3	24,32	69,29	1,89	1,87	---	1,08	0,73
ASF 14	31,23	Âmbar escuro	3,78	28,67	674	52,44	0,4	0,89	66,58	1,55	2,08	---	1,16	0,33
ASF 15	30,37	Âmbar escuro	3,81	26,00	684	54,49	0,4	0,77	67,71	1,90	2,24	---	1,16	0,54
ASF 16	27,97	Âmbar escuro	4,46	18,67	677	53,69	0,3	5,84	65,81	0,94	1,98	21,80	1,12	0,29
ASF 17	29,90	Âmbar	4,02	24,67	696	30,94	0,2	0,79	66,54	0,30	0,36	14,82	1,07	0,22
ASF 19	30,77	Âmbar	4,42	26,33	1084	16,37	0,3	3,70	65,53	0,36	0,56	---	1,06	1,07
ASF 20	33,00	Âmbar escuro	3,73	33,60	492	33,03	0,3	0,65	64,49	0,65	10,94	---	1,03	0,38
ASF 21	28,90	Âmbar	3,64	29,00	982	40,42	0,4	23,08	67,71	0,23	4,75	5,29	1,16	0,45
ASF 22	34,63	Âmbar	3,52	17,67	712	31,09	0,2	0,22	69,06	2,01	7,02	---	1,20	0,33
ASF 23	36,40	Âmbar	3,34	22,33	551	39,82	0,3	0,23	70,24	0,30	5,42	---	1,28	0,18
ASF 24	27,23	Âmbar	3,79	28,67	490	28,64	0,1	0,20	69,17	1,87	5,43	---	1,29	0,33
ASF 25	28,90	Âmbar	3,68	35,33	562	29,84	0,3	0,20	68,95	1,60	9,07	---	1,33	0,21
ASF 26	27,43	Âmbar	3,71	27,33	593	30,04	0,2	0,20	69,26	1,38	7,79	6,13	1,04	0,19
ASF 27	28,80	Âmbar	3,58	36,67	493	43,66	0,2	0,20	69,85	1,34	7,05	---	1,36	0,57
ASF 28	30,30	Âmbar	3,62	41,33	473	54,19	0,4	0,20	67,39	0,97	6,07	---	1,33	0,24
ASF 29	30,83	Âmbar	3,32	35,67	578	56,29	0,2	0,20	66,09	0,26	6,31	---	1,31	0,22
ASF 30	40,13	Âmbar claro	3,06	42,67	618	49,10	0,1	0,11	74,24	1,41	4,11	---	1,11	0,54

ANEXO B - Valores médios dos parâmetros físico-químicos e elementos traços detectados nas amostras de méis de meliponíneos, sendo: Cond. (condutividade), HMF (hidroximetilfurfural), AD (atividade diastásica), AR(açúcares redutores) e SAC (sacarose)

Amostra	Parâmetros físico-químicos										(Conclusão)			
	Umidade (%)	Cor	pH	Acidez (meq kg ⁻¹)	Cond. (µS cm ⁻¹)	HMF (mg kg ⁻¹)	Cinzas (%)	AD (Gothe)	AR (%)	SAC (%)	Elementos traços			
											Zn mg Kg ⁻¹	Cd µg Kg ⁻¹	Pb mg Kg ⁻¹	Cu mg Kg ⁻¹
ASF 31	36,43	Âmbar	3,13	38,33	579	38,22	0,2	0,10	74,02	1,15	4,42	---	1,22	0,53
ASF 32	34,60	Âmbar	3,21	36,67	556	43,41	0,1	0,10	68,02	0,56	5,59	---	1,25	0,32
ASF 33	29,13	Âmbar claro	3,49	22,67	478	46,21	0,1	0,11	64,56	0,26	9,03	16,24	1,00	0,50
ASF 34	45,23	Âmbar	3,43	23,67	570	44,96	0,2	0,11	72,34	0,66	4,79	4,39	1,25	0,20
ASF 35	33,07	Âmbar	3,38	29,33	667	34,38	0,1	0,11	66,16	1,31	5,73	5,50	1,07	0,54
ASF 36	28,50	Âmbar claro	3,62	33,33	446	37,92	0,2	0,11	62,61	0,59	4,57	---	1,08	0,27
ASF 37	37,97	Âmbar	3,03	57,67	634	46,86	0,2	0,10	70,25	1,08	4,68	---	1,24	0,30
ASF 38	37,33	Âmbar	3,53	54,33	529	21,01	0,3	0,18	65,24	0,08	12,47	---	1,28	0,30
ASF 39	37,13	Âmbar	3,23	44,00	544	27,10	0,1	0,11	71,61	0,93	6,65	---	1,11	0,21
ASF 40	32,30	Âmbar	3,52	38,33	436	31,34	0,2	0,10	66,62	0,22	4,94	---	1,21	0,41
ASF 41	25,57	Âmbar claro	3,82	31,33	674	37,43	0,1	19,57	66,37	0,24	5,53	3,72	1,14	0,65
ASF 42	26,77	Âmbar claro	3,72	23,00	765	36,58	0,2	20,00	68,12	1,65	7,41	2,36	1,09	0,91
ASF 43	25,77	Âmbar claro	4,45	27,67	724	17,27	0,2	26,47	65,92	0,14	6,85	18,58	1,13	1,16
ASF 44	25,87	Âmbar claro	4,34	26,00	727	20,66	0,1	23,68	66,60	1,25	5,57	---	0,96	1,54
ASF 45	29,83	Âmbar	3,56	26,67	722	45,81	0,2	0,87	66,79	2,11	2,71	7,97	1,05	0,46
ASF 46	28,37	Âmbar	3,62	33,00	634	67,27	0,3	0,81	65,22	1,26	5,38	---	1,04	0,00
ASF 47	31,33	Âmbar	3,58	26,67	510	61,73	0,1	0,20	66,97	0,30	2,94	1,95	1,14	0,33
ASF 48	33,93	Âmbar	2,95	17,67	691	68,21	0,1	0,20	66,70	0,08	3,90	---	1,13	0,16
ASF 49	30,97	Âmbar	2,94	21,33	687	37,38	0,1	0,20	66,35	1,20	4,82	9,67	1,24	0,22
ASF 50	32,43	Âmbar claro	2,91	28,67	493	38,67	0,2	0,19	69,12	1,27	5,78	---	1,19	0,15
ASF 51	33,33	Âmbar	3,05	34,33	683	34,63	0,2	0,18	75,12	0,17	3,75	2,59	1,22	0,21
ASF 52	30,87	Âmbar	3,03	34,33	774	36,18	0,2	0,19	75,31	0,55	3,66	4,39	1,17	0,22
ASF 53	34,60	Âmbar claro	4,48	7,50	574	46,31	0,2	0,49	67,03	1,74	2,53	---	1,14	0,71
ASF 54	28,83	Âmbar claro	4,55	6,83	528	31,39	0,2	0,47	66,69	0,09	2,70	---	1,08	1,22
ASF 55	31,40	Âmbar	3,87	18,50	717	13,82	0,3	0,69	69,39	0,75	2,60	---	1,12	1,24
ASF 56	27,47	Âmbar claro	4,27	9,50	341	17,47	0,2	0,41	68,96	1,61	1,63	---	1,33	0,86
ASF 59	25,73	Âmbar	4,94	10,50	447	11,63	0,1	12,33	65,43	0,03	8,72	---	1,24	1,07

ANEXO C I - Fotomicrografia dos tipos polínicos dominantes e acessórios identificados nas amostras de méis de Meliponinae: 01- *Aloysia*; 02- *Anadenanthera colubrina*; 03- *Bidens*; 04- *Byrsonima*; 05- *Caesalpinia*; 06- *Casearia*; 07- *Cecropia*; 08- *Citrus sinensis*; 09- *Elephantopus*; 10- *Eucalyptus*; 11- *Fabaceae I*; 12- *Galactia*; 13- *Miconia*; 14- *Mimosa caesalpiniaefolia*; 15- *Mimosa scabrella* e 16- *Morus*. Escala 10µm

ANEXO C II - Fotomicrografia dos tipos polínicos dominantes e acessórios identificados nas amostras de méis de Meliponinae: 01- *Myrcia*; 02- *Psidium*; 03- *Scoparia*; 04- *Syagrus*; 05- *Tibouchina*; 06- Tipo Anacardiaceae; 07- Tipo Apiaceae e 08- Tipo Rubiaceae. Escala 10µm

ANEXO D. - Frequência (%) dos tipos polínicos nas amostras de méis de Meliponinae nos municípios de Bandeirantes, Cornélio Procópio e Mafra

Bandeirantes/PR		Cornélio Procópio/PR		Mafra/SC	
Tipo Polínico	Frequência (%)	Tipo Polínico	Frequência (%)	Tipo Polínico	Frequência (%)
<i>Alternanthera</i>	33,33	<i>Aloysia</i>	25,00	<i>Allophylus</i>	20,00
<i>Acacia</i>	66,67	<i>Bidens</i>	50,00	<i>Bidens</i>	20,00
<i>Citrus sinensis</i>	66,67	<i>Citrus</i>	50,00	<i>Croton</i>	40,00
<i>Delonix</i>	33,33	<i>Croton</i>	25,00	Fabaceae I	60,00
<i>Emilia</i>	66,67	<i>Delonix</i>	25,00	Fabaceae II	20,00
<i>Eucalyptus</i>	100,00	<i>Elephantopus</i>	25,00	Melastomataceae	40,00
<i>Leucaena</i>	33,33	<i>Emilia</i>	25,00	Meliaceae	20,00
<i>M.caesalpiniaefolia</i>	33,33	<i>Eucalyptus</i>	75,00	<i>M. caesalpiniaefolia</i>	40,00
<i>M. scabrella</i>	66,67	Fabaceae I	25,00	<i>M. scabrella</i>	80,00
<i>Myrcia</i>	100,00	<i>Leucaena</i>	25,00	<i>Myrcia</i>	60,00
<i>Parthenium</i>	100,00	<i>Morus</i>	25,00	NI	20,00
Poaceae	66,67	<i>Myrcia</i>	50,00	Solanaceae	20,00
<i>Senna</i>	100,00	<i>Parthenium</i>	100,00	<i>Solanum</i> III	40,00
<i>Sida</i>	66,67	Poaceae	75,00	<i>Struthanthus</i>	20,00
<i>Solanum</i> I	66,67	<i>Solanum</i> II	25,00	<i>Vernonia</i>	40,00
<i>S. americanum</i>	33,33	<i>S. americanum</i>	25,00		
<i>Tibouchina</i>	33,33	Tipo Anacardiaceae	25,00		
Tipo Arecaceae	66,67	Tipo Apiaceae	25,00		
		Tipo Arecaceae	25,00		

ANEXO E - Frequência (%) dos tipos polínicos nas amostras de méis de Meliponinae nos municípios de Guaraqueçaba e Icém

Guaraqueçaba/PR				Icém/SP	
Tipo Polínico	Frequência (%)	Tipo Polínico	Frequência (%)	Tipo polínico	Frequência (%)
<i>Acacia</i>	30,00	<i>M.scabrella</i>	33,33	<i>Anadenanthera colubrina</i>	100,00
<i>Aloysia</i>	16,67	Mimosoideae	3,33	<i>Byrsonima</i>	8,33
<i>Alternanthera</i>	6,67	<i>Morus</i>	53,33	<i>Caesalpinia</i>	8,33
Amaryliidaceae	3,33	<i>Myrcia I</i>	20,00	<i>Cecropia</i>	16,67
Anacardiaceae	13,33	<i>Myrcia II</i>	3,33	<i>Citrus</i>	33,33
Apiaceae	10,00	<i>Pachira</i>	6,67	<i>Citrus sinensis</i>	41,67
<i>Bidens</i>	30,00	<i>Paullinia</i>	33,33	<i>Cupania</i>	16,67
Bignoniaceae	6,67	<i>Piper</i>	3,33	<i>Delonix</i>	33,33
<i>Borreria</i>	3,33	<i>Psidium</i>	56,67	<i>Desmodium</i>	8,33
<i>Caesalpinia</i>	13,33	Rubiaceae	3,33	<i>Emilia</i>	8,33
<i>Casearia</i>	23,33	Rutaceae	3,33	<i>Eucalyptus</i>	8,33
<i>Cecropia</i>	20,00	<i>Schinus</i>	6,67	<i>Leucaena</i>	8,33
Cucurbitaceae	3,33	<i>Scoparia</i>	13,33	<i>M. caesalpiniaefolia</i>	75,00
<i>Cupania</i>	10,00	<i>Senna</i>	6,67	<i>M. scabrella</i>	83,33
<i>Delonix</i>	10,00	Solanaceae	3,33	<i>Morus</i>	33,33
<i>Desmodium</i>	6,67	<i>Solanum</i>	13,33	<i>Paullinia</i>	41,67
<i>Elephantopus</i>	36,67	<i>Spondias</i>	6,67	<i>Piper</i>	16,67
<i>Eucalyptus</i>	56,67	<i>Stenolobium</i>	10,00	<i>Psidium</i>	75,00
Euphorbiaceae	3,33	<i>Struthanthus</i>	36,67	<i>Sesbania</i>	8,33
Faboideae	3,33	<i>Syagrus</i>	93,33	<i>Solanum</i>	25,00
<i>Galactia</i>	13,33	<i>Tabebuia</i>	3,33	<i>Tabebuia</i>	8,33
<i>Gomophrena</i>	3,33	<i>Terminalia</i>	3,33	<i>Terminalia</i>	8,33
<i>Inga</i>	40,00	<i>Tibouchina</i>	23,33	<i>Tibouchina</i>	41,67
<i>Leucaena</i>	50,00	Tipo Poaceae I	3,33	Tipo Anacardiaceae	25,00
Malvaceae	3,33	Tipo Poaceae II	3,33	Tipo Arecaceae	41,67
<i>Miconia</i>	53,33	<i>Vernonia</i>	36,67	Tipo Euphorbiaceae	8,33
<i>Mikania</i>	33,33	<i>Zantoxylum</i>	3,33	Tipo Poaceae	8,33
<i>M. caesalpiniaefolia</i>	56,67				