

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**MINERAIS EM MÉIS DE ABELHAS *Apis mellifera* L.
PRODUZIDOS NA REGIÃO DO PÓLO CUESTA, ESTADO
DE SÃO PAULO**

ÉRICA HARUE ITO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para a obtenção do título de
mestre.

BOTUCATU – SP

Março de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**MINERAIS EM MÉIS DE ABELHAS *Apis mellifera* L.
PRODUZIDOS NA REGIÃO DO PÓLO CUESTA, ESTADO
DE SÃO PAULO**

ÉRICA HARUE ITO

ORIENTADOR: Prof. Dr. RICARDO DE OLIVEIRA ORSI

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para a obtenção do título de
mestre.

**BOTUCATU – SP
Março de 2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA
INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

I61m Ito, Érica Harue, 1982-
Minerais em méis de abelhas *Apis mellífera* L. produzi-
dos na região do polo Cuesta, Estado de São Paulo / Érica
Harue Ito.– Botucatu : [s.n.], 2012
i, 48 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2012

Orientador: Ricardo de Oliveira Orsi

Inclui bibliografia

1. Apicultura 2. *Apis mellífera* L. 3. Espectrofotome-
tria. I. Orsi, Ricardo de Oliveira. II. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

III. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Minor e Rosa,
e aos meus irmãos Renata, Nemo e Suzi.

“Temos muito ainda por fazer, não olhe para trás, apenas começamos. O
mundo começa agora, apenas começamos.”

Renato Russo

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por sempre estar ao meu lado, ao iluminar minha vida e a guiar minha mente, meus passos e meu caminho.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia e à Prof. Dra. Margarida Maria Barros, pela oportunidade de realizar o mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo suporte financeiro da bolsa de estudo (Processo N. 2010/13165-0).

Ao Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Orsi, orientador, amigo, irmão e exemplo de vida, por quem sempre terei o maior carinho, pela paciência e orientação do mestrado. Muito obrigada!

Aos assistentes administrativos da Pós Graduação, Seila e Carlos, e aos assistentes administrativos do Departamento de Produção Animal, Solange e Renato, pela atenção e auxílio às informações.

À Associação de Apicultores do Pólo Cuesta, Associação de Apicultura de Botucatu, Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais – AGRILAB e ao Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências de Botucatu – IBB – UNESP, em especial ao Prof. Dr. Pedro de Magalhães Padilha, por colaborarem com o desenvolvimento do projeto.

E, em especial, aos meus verdadeiros amigos, Aline, Edson, Fernanda, Melina, Melissa, Simone e Raquel pelo companheirismo, confiança e por fazerem parte da minha vida. Muito obrigada!

Que DEUS ilumine a todos!

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	i
CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1. Mel de abelhas <i>Apis mellifera</i> L.....	2
2. Composição mineral do mel.....	5
3. Minerais.....	7
3.1. Cálcio – Ca.....	8
3.2. Cobre – Cu	9
3.3. Enxofre – S	10
3.4. Ferro – Fe.....	11
3.5. Fósforo – P.....	12
3.6. Magnésio – Mg	13
3.7. Potássio – K	15
3.8. Sódio – Na	16
3.9. Zinco – Zn.....	16
4. Caracterização geográfica da região do Pólo Cuesta	18
4.1. Clima.....	18
4.2. Relevo	19
4.3. Pedologia	19
4.4. Hidrografia.....	20
4.5. Outras informações	21
5. Objetivos	21
6. Referências.....	21
CAPÍTULO 2	30
MINERAIS EM MÉIS DE ABELHAS AFRICANIZADAS PRODUZIDOS NA REGIÃO DO PÓLO CUESTA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.....	31
1. Resumo.....	31
2. Abstract	31
3. Introdução.....	32

4. Materiais e métodos	33
5. Resultados e discussão	34
6. Conclusão	40
7. Referências	40
8. Agradecimentos.....	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
APÊNDICES	46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2: MINERAIS EM MÉIS DE ABELHAS AFRICANIZADAS PRODUZIDOS NA REGIÃO DO PÓLO CUESTA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Tabela 1 - Médias e desvios padrão dos valores dos minerais (mg Kg^{-1}) encontrados em méis de eucalipto, laranjeira e silvestre da região do Pólo Cuesta, no período de março de 2010 a março de 2011 35

Tabela 2 - Contribuição mineral (mg/dia) dos méis de eucalipto, laranjeira e silvestre (consumo de 0,82 gramas de mel/dia/pessoa) e ingestão diária recomendada de minerais (mg/dia) para um humano entre 19 a 50 anos de idade 39

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Mel de abelhas *Apis mellifera* L.

Introduzidas no Brasil no século XIX, as abelhas *Apis mellifera* L. são insetos sociais muito explorados devido a sua alta produção de mel e demais produtos apícolas que ficam estocados na colmeia (COUTO; COUTO, 2006).

O mel é um produto alimentício complexo de alto valor nutritivo, com propriedades terapêuticas e medicinais, possuindo grande aceitabilidade pelo mercado consumidor, cuja qualidade e composição físico-química variam conforme a condição climática da região, origem botânica visitada pelas abelhas, estágio de maturação e condições de manejo do apicultor (RACOWSKI et al., 2007).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), o mel é o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, 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 de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia.

De acordo com a origem botânica, o mel pode ser definido como floral ou melato. O mel floral é obtido do néctar das flores, podendo ser classificado em mel unifloral, quando o produto possui características únicas e provém de flores de uma mesma família, gênero ou espécie, ou mel polifloral quando é produzido pela união de várias origens florais. O melato é formado pelas secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas (BRASIL, 2000).

O mel é constituído por diferentes açúcares, predominando os monossacarídeos glicose e frutose, proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, sais minerais, traços de vitaminas provenientes do pólen, pigmentos e substâncias aromáticas, além de pequenas concentrações de fungos, algas, leveduras e partículas sólidas resultantes do processo de obtenção do mel (CODEX STANDARD FOR HONEY, 2001; COUTO; COUTO, 2006).

Para a sua elaboração, as abelhas sugam o néctar dos nectários das flores e, com o auxílio da enzima invertase produzida pelas glândulas hipofaríngeas, transformam a

sacarose em glicose e frutose. Simultaneamente, o néctar é desidratado para atingir a concentração de aproximadamente 85% de açúcares (CRANE, 1987; COUTO; COUTO, 2006).

Além de ser um produto alimentício, o mel pode ser utilizado como medicamento. A apiterapia, um ramo da medicina alternativa, oferece tratamentos à base de mel e demais produtos apícolas contra diversas doenças (PEREIRA et al., 2003; BOGDANOV et al.; 2008). Para a saúde do organismo humano, o mel possui propriedades antimicrobiana, calmante, curativa, estimulante, regenerativa de tecidos, entre outras e seu principal uso ocorre no tratamento e cicatrização de feridas, queimaduras e infecções (MOLAN, 1999; BIZZARIA; FILGUEIRAS, 2003).

A qualidade do mel pode ser verificada por meio de análises físico-químicas, as quais são importantes para a fiscalização e para garantir um produto de qualidade e livre de adulterações para o consumidor final (MARCHINI et al., 2004). Por isso, a legislação brasileira indica análises para a determinação de acidez livre, açúcares redutores, atividade diastática, hidroximetilfurfural (HMF), sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, umidade e cinzas ou minerais (BRASIL, 2000).

A acidez livre do mel depende da concentração de ácidos orgânicos de flores produtoras de néctar e da ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose formando o ácido glucônico (NOGUEIRA-NETO, 1997). Dissolvidos em solução aquosa, os ácidos produzem íons de hidrogênio causando a acidez ativa, um componente importante para determinar as condições de armazenamento e processos fermentativos do mel (CORNEJO, 1988). Pesquisas realizadas por Santos et al. (2010), Almeida Filho et al. (2011) e Alves et al. (2011) com amostras de méis comerciais, demonstraram que a quantidade da acidez livre no mel superou o valor estabelecido pela legislação brasileira, que determina a acidez máxima de 50 meq Kg^{-1} para o mel floral (BRASIL, 2000). No entanto, Santos et al. (2011) encontraram um valor médio de $22,42 \pm 6,65 \text{ meq Kg}^{-1}$ de acidez ao analisarem sete amostras de méis comercializados no município de Aracati – Ceará.

Como componentes principais do mel, os monossacarídeos glicose e frutose representam os açúcares redutores; a glicose influencia na cristalização e a frutose na doçura do mel pela sua alta higroscopicidade (SEEMANN; NEIRA, 2008). A concentração de açúcares redutores encontrados por Alves et al. (2011) variou de 66,58

a 79,02% enquanto Santos et al. (2011) encontraram um valor médio de $72,85 \pm 3,83\%$. Almeida Filho et al. (2011) verificaram que 25% de suas amostras de mel analisadas não atendiam a concentração mínima de açúcares redutores. A legislação brasileira determina um valor mínimo de 65% de açúcares redutores no mel (BRASIL, 2000).

Sensível ao calor e podendo indicar as condições de conservação do produto, a diastase é o nome comum da enzima α -amilase que tem a função de digerir o amido do mel (WHITE JÚNIOR, 1994). A atividade diastática permitida pela legislação brasileira é de no mínimo oito na escala Gothe (BRASIL, 2000). Na análise de oito amostras de mel, Almeida Filho et al. (2011) verificaram que duas amostras não atendiam as normas da legislação.

Utilizado como um indicador de qualidade, o hidroximetilfurfural (HMF) é um composto presente nos méis maduros, formado pela degradação de enzimas e vitaminas, que influencia negativamente no valor nutricional (TERRAB et al., 2002; VENTURINI et al., 2007). O alto teor de HMF no mel pode indicar alterações como o armazenamento em temperatura inadequada, superaquecimento e adulteração do produto com a adição de xaropes de açúcar (ALMEIDA FILHO et al., 2011). Almeida Filho et al. (2011) verificaram que as oito amostras de méis comercializadas na cidade de Pombal – PB possuíam valores de HMF menores que 60 mg Kg^{-1} , nível máximo aceito pela legislação brasileira (BRASIL, 2000). No entanto, Santos et al. (2010), Alves et al. (2011) e Santos et al. (2011) encontraram níveis de HMF de $259,00 \text{ mg Kg}^{-1}$, $72,86 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $76,82 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente.

O teor elevado de sacarose no mel pode determinar sua adulteração com a adição de açúcar, o fornecimento de grande quantidade de alimento artificial para as abelhas e uma colheita prematura, na qual a sacarose não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da enzima invertase, (MENDES et al., 1998; AZEVEDO et al., 1999). A legislação brasileira determina um valor máximo de 6% para sacarose aparente (BRASIL, 2000). Nas análises das amostras de méis comerciais realizadas por Santos et al. (2010) e Santos et al. (2011), foram encontrados valores de sacarose aparente de acordo com a legislação, porém, Alves et al. (2011) obtiveram valores de 6,72% e 9,08% para a sacarose.

Os sólidos insolúveis em água correspondem ao teor de sujidades no mel e são característica importante para o controle da qualidade e da higiene a fim de determinar o

índice de pureza (SANTOS et al., 2010). Resíduos de cera, patas e asas de abelhas e outros elementos provenientes do beneficiamento do mel podem ser classificados como sólidos insolúveis (MENDES et al., 2009). A legislação brasileira determina um valor máximo de 0,1% de sólidos insolúveis em água para o mel (BRASIL, 2000), porém nas pesquisas de Santos et al. (2010), Alves et al. (2011) e Santos et al. (2011), encontraram teores de 1,58%, 0,71% e 0,57%, respectivamente.

O teor de água do mel varia de 15 a 21%, dependendo das condições climáticas, origem botânica do néctar e manejo do apicultor (MENDES et al., 2009). É uma característica importante, porque determina a conservação do produto, visto que os microorganismos que interferem na qualidade causam a fermentação quando a concentração de água é alta (ALMEIDA FILHO et al., 2011). Além disso, o conteúdo de água interfere na maturidade, peso específico, viscosidade, cristalização, sabor e palatabilidade do mel (MARCHINI et al., 2004). Alves et al. (2011) e Santos et al. (2011) analisaram méis comerciais do estado do Ceará e verificaram que o teor de umidade encontrava-se de acordo com o limite permitido pela legislação brasileira, que é de no máximo 20% (BRASIL, 2000), porém, Santos et al. (2010) e Almeida Filho et al. (2011) obtiveram valores maiores que o da legislação em méis comercializados nas cidades de Tabuleiro do Norte – CE e Pombal – PB.

As cinzas representam os valores de minerais existentes no mel, podendo ser influenciado pelo néctar que as abelhas recolhem e pelo solo onde estão plantados os vegetais (VENTURINI et al., 2007). Segundo Santos et al. (2009), os minerais influenciam diretamente na coloração do mel, apresentando-se em maiores concentrações nos méis escuros quando comparados aos méis claros. Na avaliação das cinzas, Santos et al. (2010), Almeida Filho et al. (2011), Alves et al. (2011) e Santos et al. (2011) verificaram que várias amostras de méis possuíam valores acima de 0,6%, concentração máxima permitida pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

2. Composição mineral do mel

A concentração de minerais do mel varia de 0,1 a 0,2% (HERNÁNDEZ et al., 2005). Sua principal fonte é o solo, onde estes elementos são absorvidos pelas plantas por meio do sistema radicular (STANKOVSKA et al., 2008).

O conteúdo de macro e microminerais do mel é influenciado por sua origem geográfica, como a composição do solo que é determinada por características geoquímicas e geológicas (atividades vulcânicas e hidrotermais), condições regionais e mudanças climáticas da área forrageada pelas abelhas (HERNANDEZ et al., 2005; SANTOS et al., 2008).

Méis provenientes das regiões costeiras ou de ilhas podem conter concentrações até dez vezes maiores de potássio (K) e sódio (Na), devido à fonte geográfica dos mares e oceanos, por consequência do aerossol marinho (TERRAB et al., 2003). A origem botânica das plantas, a densidade e composição do néctar e do pólen também são responsáveis pela variação do conteúdo mineral dos méis (SILICI et al., 2008).

Inúmeros elementos químicos foram identificados no mel, como o bário (Ba), berílio (Be), bismuto (Bi), cálcio (Ca), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), estanho (Sn), estrôncio (Sr), ferro (Fe), gálio (Ga), germânio (Ge), lítio (Li), magnésio (Mg), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni), ósmio (Os), ouro (Au), potássio (K), prata (Ag), sódio (Na), tálio (Tl), vanádio (V) e zinco (Zn) (WHITE JÚNIOR, 1979; CONTI, 2000; TUZEN, 2002; TERRAB et al., 2004; OSMAN et al., 2007; SILICI et al., 2008; SILVA et al., 2009; BILANDZIC et al., 2011; MBIRI et al., 2011; VANHANEN et al., 2011). O mineral mais abundante no mel é o potássio, seguido do sódio, cálcio e magnésio; minerais como o ferro, manganês e zinco estão presentes em baixas concentrações (CONTI et al., 2007).

A composição mineral do mel correlaciona-se com a sua coloração; méis escuros contêm teores mais elevados de minerais do que os méis claros (WHITE JÚNIOR, 1979; GONZÁLEZ-MIRET et al., 2005; OSMAN et al., 2007; PISANI et al., 2008). González-Miret et al. (2005) relataram que os méis escuros tendem a apresentar maiores concentrações de cádmio, chumbo e ferro, enquanto que os méis claros apresentam maiores teores de alumínio e magnésio.

Além das fontes geográficas e botânicas, a presença de minerais no mel pode ser resultado de fatores antropogênicos (provocados pelo homem). A área forrageada pelas abelhas é de aproximadamente sete Km² e ao procurarem por néctar, pólen e exsudatos vegetais entram em contato com o ar, plantas, água e solo da região (BOGDANOV, 2006). Caso haja contaminação ambiental no local, as abelhas também se contaminam e transportam os poluentes do ambiente para dentro da colmeia, modificando assim a

composição e a qualidade dos produtos apícolas (IOANNIDOU et al. 2005; BOGDANOV, 2006; TUZEN et al., 2007).

O aumento das concentrações de determinados minerais no mel (Al, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn etc.) ocorre devido a contaminação por resíduos e gases químicos provenientes de indústrias siderúrgicas e de mineração e áreas forrageadas por abelhas próximos a centros urbanos e rodovias (TUZEN et al., 2007; YARSAN et al., 2007; STANKOVSKA et al., 2008).

Sendo assim, o mel pode ser reconhecido como um indicador biológico da contaminação ambiental, ou seja, um biomarcador da poluição do ar, das plantas, da água e do solo pertencentes à área forrageada pelas abelhas (PRZYBYLOWSKI; WILCZYNSKA, 2001; IOANNIDOU et al. 2005; GARCÍA et al., 2006; STANKOVSKA et al., 2008).

Além disso, a determinação de minerais do mel é muito importante para os aspectos nutricionais e para o controle da qualidade, pois altos níveis destes elementos são indesejáveis devido a sua toxicidade para o organismo humano (BULDINI et al., 2001).

Durante o beneficiamento, o mel também pode ser contaminado por minerais provenientes de equipamentos e ferramentas (garfo desoperculador, centrifugador, decantador e outros) utilizados pelos apicultores, pois estes elementos podem ser liberados por materiais utilizados na colheita, produção e processamento do mel (TUZEN et al., 2007; SILICI et al., 2008; STANKOVSKA et al., 2008).

Outra fonte de contaminação do mel são os xaropes fornecidos para a alimentação das abelhas, pois apresentam quantidades altas de Cd, Cu, Fe, K, Mn, Mg, Pb e Na devido ao seu processamento industrial (RASHED; SOLTAN, 2004).

3. Minerais

De acordo com a quantidade, os minerais essenciais podem ser classificados em macroelementos (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre) quando o organismo humano necessita de valores superiores a 100 miligramas diários e microelementos (ferro, cobre, zinco, cobalto, manganês, iodo, flúor, selênio, crômio,

silício) quando o organismo necessita de valores inferiores a 100 miligramas diários, sendo eles fundamentais para as funções fisiológicas do corpo (HENDLER, 1994).

Um elemento químico é considerado potencialmente tóxico de acordo com a sua concentração no organismo e, mesmo que alguns minerais sejam essenciais para a vida, podem tornar-se tóxicos se ingeridos em concentrações elevadas (HENDLER, 1994).

Fatores naturais como a erosão do meio ambiente e fatores antropogênicos como o uso de minerais na indústria e na agricultura são formas de contaminação, podendo causar prejuízos para a saúde humana e animal e para o próprio ambiente (SANTANA, 2003).

3.1. Cálcio – Ca

Pertencente aos metais alcalino-terrosos, com número atômico 20 e coloração prateada, o cálcio é um dos minerais mais abundantes da crosta terrestre e tem como principal fonte a calcita (CaCO_3) (PEIXOTO, 2004).

O cálcio é um macroelemento essencial que os seres humanos possuem cerca de 1000 a 1300 mg no organismo, tendo os ossos e os dentes como os principais reservatórios, na forma de fosfato de cálcio (apatita, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). O sangue também é um depósito importante do íon cálcio e sendo encontrado em todo o tecido animal, apresenta múltiplas funções como o controle da transmissão de impulsos nervosos, ação muscular, coagulação sanguínea e manutenção da função imunológica (RAMALHO, 1998; HARDMAN; LIMBIRD, 2001).

O cálcio é absorvido somente no intestino por dois meios diferentes, sendo o transporte ativo dependente da vitamina D que ocorre no duodeno proximal e a difusão facilitada em todo o intestino delgado, ocasionando também a perda intestinal natural de 150 mg/dia do mineral (HARDMAN; LIMBIRD, 2001).

A hipocalcemia, ocasionada pela deficiência da quantidade de cálcio no sangue, resulta em algumas doenças como insuficiência das paratireóides, raquitismo, aumento da excitabilidade neuromuscular (câimbras e laringoespasmo) e arritmias ventriculares (RAMALHO, 1998).

Níveis elevados de cálcio no organismo podem ocasionar anormalidades cardíacas e vasculares, ocorrendo a calcificação coronária que resulta em infarto e morte (DETRANO et al, 1997; WAYHS et al., 2002).

A eliminação urinária do cálcio resulta da quantidade filtrada no glomérulo e da quantidade reabsorvida. Cerca de nove gramas de cálcio são filtrados diariamente e a reabsorção tubular é muito eficiente, com mais de 98% do cálcio filtrado retornando à circulação (HARDMAN; LIMBIRD, 2001).

Segundo o Instituto de Medicina dos Estados Unidos, a ingestão adequada de cálcio para um adulto humano entre 19 a 50 anos de idade é de 1000,00 mg/dia (INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2006).

Na pesquisa realizada por Stanciu et al. (2011) com amostras de pólen de *Helianthus annuus* L. e *Salix* sp. da região da Transilvânia, Romênia, foi encontrado valores médios de cálcio de $1409,79 \pm 28,20$ mg Kg⁻¹ e $2630,67 \pm 52,61$ mg Kg⁻¹, respectivamente. Ao avaliarem méis do Quênia, Mbiri et al. (2011) obtiveram valores de cálcio entre $19,33 \pm 4,07$ a $70,17 \pm 3,90$ mg Kg⁻¹.

3.2. Cobre – Cu

O cobre é um elemento químico pertencente aos metais de transição, possui número atômico 29 e coloração vermelho-amarelado, encontrado na natureza em minerais sulfetados (calcocita – Cu₂S) e oxidados (cuprita – Cu₂O) (RUSSELL, 2010).

A questão ambiental é um assunto preocupante para as indústrias, pois a poluição pelo cobre é vista em toda a cadeia produtiva. Na mineração, modificações topográficas acontecem causando erosão e assoreamento de lagos e rios, devastação vegetal e emissões de partículas sólidas no ar; no processo de lixiviação, os produtos químicos utilizados causam prejuízos ao ambiente, podendo ser expelidos ao ambiente na forma de compostos sulforosos e partículas sólidas (BRASIL, 2001).

Para os seres humanos, o cobre é um micromineral essencial, participando da produção e funcionamento da hemoglobina, produção do colágeno dos ossos, cartilagens, pele e tendões, da elastina dos vasos sanguíneos, pulmões e pele, do neurotransmissor noradrenalina responsável pelo funcionamento do sistema nervoso e da melanina, pigmento encontrado na pele e nos cabelos (HENDLER, 1994).

O órgão mais rico em cobre é o fígado, local de armazenamento do mineral e, portanto, mais susceptível a toxicidade, sendo transportado em todo organismo pela proteína ceruloplasmina presente no sangue (KATOH et al., 2002).

Em curto prazo, altas doses de cobre podem causar gengivites, náuseas, vômitos, diarreias, danos hepáticos, dermatites e descoloração da pele e cabelos e, em longo prazo, causa hemólise e hepatite crônica, devido ao acúmulo do mineral no fígado, ocasionando cirrose e necrose do órgão (CHAN et al., 1998).

A deficiência em cobre é a segunda carência mais comum de microminerais pelo organismo, podendo causar baixa pigmentação, deficiência no crescimento, diminuição das células brancas do sangue e alterações do sistema imunológico, aumentando a sensibilidade a infecções e anemia que não se cura com o consumo de ferro, mas sim com uma suplementação de cobre (DOSSIÊ..., 2008).

A necessidade média estimada de cobre para um adulto humano entre 19 a 50 anos de idade é de 0,70 mg/dia (IOM, 2006).

Mbiri et al. (2011) encontraram valores de cobre variáveis de $0,02 \pm 0,01 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $0,05 \pm 0,03 \text{ mg Kg}^{-1}$ em méis do Quênia.

Segundo a legislação brasileira, a concentração máxima de cobre permitido no mel é de 10 mg Kg^{-1} (BRASIL, 1998).

3.3. Enxofre – S

O enxofre é um elemento químico não metálico com número atômico 16, de coloração amarelo limão que varia de acordo com seu teor de purezas para as tonalidades verde, cinza e vermelho. É encontrado na natureza como enxofre livre, em sulfetos como a galena (PbS), pirita (FeS₂) e esfarelita (ZnS) e em sulfatos de cálcio e magnésio (RUSSELL, 2010).

No meio ambiente, resíduos gasosos como os óxidos de nitrogênio (NO) e o dióxido de enxofre (SO₂), formados pela queima de combustível fóssil e pela combustão industrial de óleo e carvão, são lançados no ar (HEALTH ENVIRONMENTS CONSUMERS SAFETY, 1998). Esses compostos participam na formação da chuva ácida (pH menor que 5,6), pois através da precipitação pluviométrica formam-se os ácidos nítrico (HNO₃) e sulfúrico (H₂SO₄) que causam acidez nas águas das chuvas,

diminuindo o pH das águas dos rios, prejudicando a fauna e a flora, influenciando na solubilização de metais pesados, na decomposição biológica do solo e na corrosão de monumentos históricos e construções (ALTHOFF, 1994).

Para a saúde humana, o dióxido de enxofre possui alta reatividade, distribuindo-se em todo o trato respiratório quando inalado e, na presença de secreções da mucosa, provoca espasmos nos bronquíolos, queima das vias respiratórias, inflamação, hemorragia dos tecidos e necrose. (GOMES, 2002; BÖHM, 2010). Além das complicações respiratórias, o dióxido de enxofre causa agravamento de doenças cardiovasculares em indivíduos que já possuem o problema, tendo as crianças, idosos e asmáticos como populações mais susceptíveis (DICKY, 2000).

A necessidade diária de enxofre para humanos ainda não é conhecida (IOM, 2006).

Em dez amostras de diferentes méis monoflorais da Nova Zelândia, Vanhanen et al. (2011) encontraram concentrações de enxofre variáveis de $13,41 \pm 1,05 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $93,90 \pm 0,36 \text{ mg Kg}^{-1}$.

3.4. Ferro – Fe

Pertencente aos metais de transição e com número atômico 26, o ferro possui coloração branco-acinzentado brilhante, encontrado na natureza em maior quantidade como mineral hematita (Fe_2O_3) (RUSSELL, 2010).

O ferro é um microelemento essencial para o organismo humano, participa do processo completo da respiração, na síntese de ácido desoxirribonucléico (DNA), na produção de carnitina que oxida os ácidos graxos, produção de colágeno e elastina, manutenção do sistema imunológico e produção e regulação de neurotransmissores (HENDLER, 1994). A maior parte do ferro encontra-se na hemoglobina, estando o restante distribuído nas proteínas, enzimas e na forma de depósito como a ferritina localizada no fígado e a hemossiderina nas células (YIP; DALLMAN, 1997).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a deficiência de ferro é o distúrbio nutricional que mais prevalece no mundo, tanto em países ricos como em países pobres, afetando principalmente crianças com idade abaixo de quatro anos, mulheres em idade

fértil, gestantes e lactantes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BALTUSSEN et al., 2004).

A deficiência de ferro é causada pela ingestão inadequada do mineral, falha na absorção, problemas com o metabolismo e perdas sanguíneas causadas por infecções de parasitas (STOLTZFUS et al., 2005). Uma de suas consequências é a anemia, que resulta em sintomas como fraqueza, palidez, tontura, irritação, cansaço, falta de ar, perda de apetite e desordens das funções biológicas (KLEVAY, 1992).

Crianças com anemia apresentam alterações comportamentais como irritação, desinteresse e medo pelo mundo que as cerca, demonstrando que a carência de ferro no organismo pode influenciar na síntese e na ação de neurotransmissores cerebrais como a serotonina, dopamina e noradrenalina (HENDLER, 1994).

A deficiência de ferro também influencia a resposta imunológica, causando alterações nas funções protetoras do organismo, como a diminuição da produção e diferenciação dos linfócitos T e, conseqüentemente, dificuldade de eliminação intracelular das bactérias (HUGHES; KELLY, 2006).

Do total de ferro ingerido, 5 a 10% são absorvidos pelo intestino e captados pela ferritina, uma proteína que se liga ao mineral e o transforma em ferro bivalente (Fe^{+2}) ou trivalente (Fe^{+3}) ativo, sendo em seguida transportado pela transferrina, uma proteína de transporte, para as células dos glóbulos vermelhos (DOSSIÊ..., 2008).

Em adultos humanos entre 19 a 50 anos de idade, a necessidade média estimada de ferro é de 7,00 mg/dia (IOM, 2006).

Cantarelli et al. (2011) encontraram valores de concentração de ferro variáveis de $648,20 \pm 157,00 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $852,40 \pm 217,60 \text{ mg Kg}^{-1}$ em amostras de própolis. Para o mel, Mbiri et al. (2011) obtiveram valores entre $0,08 \pm 0,01$ a $1,12 \pm 0,03 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Fe.

3.5. Fósforo – P

O fósforo é um elemento químico não metálico de número atômico 15, encontrado na natureza na forma de fosfatos e outros sais, utilizado como matéria-prima básica na indústria e na produção de fertilizantes minerais ou orgânicos para o solo (BRASIL, 2001).

Cerca de 90% do fósforo encontram-se no esqueleto combinado ao cálcio, estando também sob a influência da vitamina D e do hormônio paratireoideano, participando no processo de mineralização óssea, formação das membranas celulares, atividades enzimáticas, armazenamento e processamento de informações biológicas e na produção de energia sob a forma de adenosina trifosfato (ATP) (HENDLER, 1994; DOSSIÊ..., 2008).

O mineral encontra-se em boa quantidade principalmente nos alimentos que possuem cálcio, como o leite e seus derivados e frutas secas, podendo ser encontrado na forma de fosfato inorgânico ou na forma orgânica associada ao carbono, chamada de lecitina (HENDLER, 1994).

A carência do fósforo pode ter causas variadas, como uma alimentação inadequada, alcoolismo crônico, jejuns ou desnutrição prolongada, má funcionamento das estruturas renais, deficiência na absorção gastrointestinal, diarreias, vômitos e uso prolongado de antiácidos que associam-se aos fosfatos. A deficiência branda causa fadiga, fraqueza muscular, dificuldade de concentração e diminuição dos reflexos, enquanto que a deficiência severa pode causar convulsões, coma e óbito (HENDLER, 1994; DOSSIÊ..., 2008).

Em altas concentrações, o fósforo causa alteração no teor de fosfato no plasma sanguíneo, interferindo também na diminuição dos níveis plasmáticos de cálcio e no aumento dos níveis de potássio (HENDLER, 1994).

A necessidade média estimada de fósforo para um adulto humano entre 19 a 50 anos é de 580,00 mg/dia (IOM, 2006).

Em méis monoflorais da Nova Zelândia, Vanhanen et al. (2011) encontraram teores variáveis de $29,50 \pm 0,37$ a $255,00 \pm 3,52$ mg Kg⁻¹ de P devido às suas diferenças botânicas.

3.6. Magnésio – Mg

Com número atômico 12 e pertencente aos metais alcalino-terrosos, o magnésio apresenta coloração branca com reflexos amarelos, cinzas, vermelhos e castanhos. É um elemento abundante na natureza, tendo como principal fonte a magnesita (MgCO₃) (BRASIL, 2001).

Sua contribuição para a poluição ambiental é baixa, pois não há necessidade da utilização de produtos tóxicos para sua extração (BRASIL, 2001). Na agricultura, é utilizado na recuperação de solos deficientes em magnésio, sendo um elemento essencial aos vegetais por ser um componente da clorofila, participando assim da fotossíntese das plantas (PEIXOTO, 2000).

O magnésio é um macroelemento encontrado nos ossos e no interior das células, estando relacionado a diversas reações enzimáticas e participando da duplicação de ácidos nucléicos, na excitabilidade neural e transmissão de impulsos nervosos, manutenção da integridade das membranas, contração muscular e produção de glicose, estando também muito associado com o cálcio (ELIN, 1994).

Na síntese dos ácidos nucléicos e proteínas, o cálcio e o magnésio são competidores, pois enquanto o magnésio é necessário para este processo, o cálcio o inibe. Entretanto, ambos colaboram entre si quando o magnésio regula a entrada de cálcio nas células para o bom funcionamento dos batimentos cardíacos e para a produção de energia, o trifosfato de adenosina (ATP) (HENDLER, 1994).

A contaminação por chumbo, o uso prolongado de diuréticos, problemas intestinais crônicos, diabetes, alcoolismo e uma alimentação rica em glicídios e lipídios causam deficiência em magnésio, ocasionando sintomas como a perda de apetite, náuseas, vômitos, diarreias, tremores, perda de coordenação, desordens dos sistemas nervoso e endócrino e disritmias cardíacas (HENDLER, 1994; DOSSIÊ..., 2008).

A intoxicação por magnésio geralmente ocorre em indivíduos que possuem problemas renais com diminuição da filtração glomerular, visto que os rins são as principais vias de eliminação, causando sintomas como dificuldade respiratória, depressão do sistema nervoso central e fraqueza muscular, podendo também ser fatal em casos em altíssimas doses por causa da diminuição de cálcio, provocando parada cardíaca (JONES et al., 1986).

Para adultos humanos entre 19 a 50 anos de idade, a necessidade média de magnésio é de 300,00 mg/dia (IOM, 2006).

Stanciu et al. (2011) encontraram um valor médio de $376,94 \pm 4,83 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Mg para o pólen de *Helianthus annuus* L. e $1008,28 \pm 20,17 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Mg para o pólen de *Salix* sp. Mbiri et al. (2011) verificaram teores entre $12,64 \pm 0,43$ a $41,88 \pm 0,92 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Mg ao analisar méis do Quênia de diferentes regiões.

3.7. Potássio – K

Devido à sua alta reatividade e afinidade com outros elementos, o potássio, pertence aos metais alcalinos e com número atômico 19, nunca ocorre em sua forma elementar. Os depósitos evaporíticos são as principais fontes de sais de potássio, sendo muito solúveis em água e podendo ser explorados e processados com facilidade (BRASIL, 2001).

O principal uso do potássio ocorre na agricultura, onde 95% da produção mundial do mineral são utilizados como fertilizante, fornecendo um dos três nutrientes mais importantes e essenciais para o desenvolvimento das plantas (BRASIL, 2001).

O potássio é o principal cátion que contribui para o desempenho do metabolismo e para a síntese das proteínas e ácidos nucleicos, apresentando função importante na excitabilidade neuromuscular, frequência cardíaca, contração muscular, regulação da quantidade de água no organismo e produção de energia (HENDLER, 1994).

A hipopotassemia, baixa taxa de potássio no sangue, ocorre nos alcoólatras crônicos e nas pessoas com anorexia devido à carência alimentar, podendo também ter origem medicamentosa pela ingestão de diuréticos e laxativos, ocasionando problemas neuromusculares (cãibras e paralisias), fraqueza, dor abdominal, aumento da pressão arterial e distúrbios graves do ritmo cardíaco devido ao aumento da excreção urinária e das perdas digestivas do mineral (DOSSIÊ..., 2008).

Os vegetarianos, por possuir uma dieta mais rica em potássio, apresentam pressão arterial mais baixa do que os carnívoros, visto que as principais fontes deste mineral são as frutas e os vegetais frescos (HENDLER, 1994).

A ingestão adequada de potássio é de 4700,00 mg/dia para um adulto humano com idade entre 19 a 50 anos (IOM, 2006).

Mbiri et al. (2011) obtiveram valores médios de potássio entre $172,83 \pm 0,02$ a $781,52 \pm 0,09$ mg Kg⁻¹ estudando amostras de mel do Quênia. Na análise de pólen de *Helianthus annuus* L. e *Salix* sp., Stanciu et al. (2011) encontraram valores médios de $3246,50 \pm 38,96$ mg Kg⁻¹ e $5421,85 \pm 65,06$ mg Kg⁻¹ de K.

3.8. Sódio – Na

Pertencente aos metais alcalinos e com número atômico 11, o sódio possui coloração prateado e branco, tendo como fonte principal os mares e oceanos (BRASIL, 2001).

O sódio é um macromineral essencial que representa 2% do conteúdo mineral total do organismo humano, estando presente principalmente no plasma sanguíneo e nos ossos, influenciando o regulamento hídrico do organismo, o equilíbrio osmótico e no transporte das moléculas através das membranas celulares (MAHAN; STUMP, 2002; CARDOSO; VANNUCCHI, 2006; VANNUCCHI; MARCHINI, 2007).

O consumo excessivo de sódio pode aumentar seu nível no sangue em mais de 142 mEq/L e causar a chamada hipernatremia, apresentando sintomas como o aumento da pressão arterial, doenças cardiovasculares e crônicas, prejudicar a absorção e o metabolismo do cálcio, problemas aos tecidos ósseos, irritabilidade e câimbras musculares (PEREIRA et al., 2009). A hipertensão não é influenciada somente pelo sódio, mas também pelo potássio, cálcio e pelo sistema nervoso simpático (DOSSIÊ..., 2008).

A deficiência de sódio, chamada hiponatremia, ocorre quando a concentração do mineral no sangue estiver abaixo de 135 mEq/L, sendo somente observada em dietas excessivamente restrita de sal, causando sintomas como dor de cabeça, confusão mental, convulsões, náuseas, vômitos, anorexia, câimbras musculares e fadiga (VANNUCCHI; MARCHINI, 2007).

A ingestão adequada de cálcio para um adulto humano entre 19 a 50 anos de idade é de 1500,00 mg/dia (IOM, 2006).

Silva et al. (2009) encontraram um valor médio de $261,43 \pm 158,31$ mg Kg⁻¹ de sódio em amostras de mel de Portugal.

3.9. Zinco – Zn

O zinco é um elemento pertencente aos metais de transição, possui número atômico 30 e cor cinza prateado, sendo encontrado na natureza na forma de sulfeto associado ao chumbo, cobre, ferro e prata (BRASIL, 2001).

No organismo humano, o zinco é um dos principais protetores do sistema imunológico, participa de diversas atividades enzimáticas e colabora para a produção dos ácidos desoxirribonucleico (DNA) e ribonucleico (RNA) com a formação dos chamados dedos de zinco, que permite a aderência entre as proteínas e os ácidos para a boa regulação e expressão genética (HENDLER, 1994).

Por se comportar quimicamente como um ácido, o zinco passa pelas membranas por difusão passiva e transporte ativo, sendo transferido do intestino para a circulação sanguínea por carreadores e, dentro das células, é regulado por proteínas que se ligam aos metais, as metalotioneínas. A principal forma de eliminação ocorre através da urina (HENRIQUES et al., 2003).

É encontrado em todos os tecidos do corpo, apresentando-se em maior quantidade nos músculos e nos ossos; nos pâncreas tem a capacidade de induzir a produção de metalotioneína que possui a função de se ligar aos metais como o Cd e Hg a fim de reduzir suas toxidades no organismo (KING et al., 2000; ONOSAKA et al., 2002).

Algumas substâncias como os fitatos e taninos encontrados em vegetais, o álcool, antibióticos e contraceptivos orais podem comprometer a absorção e a biodisponibilidade de zinco no organismo, pois sua assimilação no intestino depende da sua interação com outros minerais (DOSSIÊ..., 2008).

Sua deficiência ocasiona falta de apetite, retardo do crescimento, letargia mental, desordens do funcionamento das glândulas sexuais, dificuldade de cicatrização de feridas e maior suscetibilidade a infecções (HENDLER, 1994).

A toxidade em curto prazo pelo zinco pode causar ansiedade, vertigens, mal estar gástrico, inflamação pulmonar quando a exposição ocorre via respiratória, alterações hematológicas pela exposição em ambientes com matéria particulada e pancreatite aguda quando o mineral é injetado (KODAVANTI et al., 2002; ONOSAKA et al., 2002).

A intoxicação em longo prazo geralmente ocorre por inalação e ingestão, causando sintomas como náuseas, vômitos, retardo do crescimento, função do ferro alterada, anemia, diminuição do cobre, redução da função imunológica, redução da lipoproteína de alta densidade (HDL) e aumento da lipoproteína de baixa densidade

(LDL), apresentando também danos ao coração, palpitações e dispneia (AMR et al., 1997).

Para adultos humanos entre 19 a 50 anos de idade, a necessidade média estimada de zinco é de 8,10 mg/dia (IOM, 2006).

Cantarelli et al. (2011) encontraram valores de zinco variáveis de $18,00 \pm 3,90 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $74,80 \pm 25,10 \text{ mg Kg}^{-1}$ em amostras de própolis da Romênia. Para o mel, Mbiri et al. (2011) obtiveram concentrações de zinco entre $0,02 \pm 0,01$ a $0,43 \pm 0,02 \text{ mg Kg}^{-1}$.

Segundo a legislação brasileira, a concentração máxima de zinco permitida em alimentos é de 50 mg Kg^{-1} (BRASIL, 1965).

4. Caracterização geográfica da região do Pólo Cuesta

Localizada na área central do estado de São Paulo, a região do Pólo Cuesta é composta pelas cidades de Anhembi, Areiópolis, Bofete, Botucatu, Conchas, Itatinga, Paranapanema, Pardinho, Pratânia e São Manoel. De origem mexicana, a palavra cuesta foi traduzida para o português como degrau e, na década de 30, originou-se a denominação Pólo Cuesta, devido ao relevo apresentar-se na forma de degraus (CARACTERÍSTICAS..., 2012).

4.1. Clima

A região possui dois níveis diferentes de altitude, com diferenças superiores a 400 metros. As cidades situadas na Depressão Periférica Paulista (abaixo da cuesta) apresentam temperaturas com dois a três graus Celsius superiores do que as cidades do Planalto Ocidental (topo da cuesta). O clima do Planalto Ocidental oscila entre o clima tropical para o clima temperado, permitindo o cultivo de grande variedade de culturas. A baixada serrana também possui a mesma transição climática, com cidades com clima tropical definido, caracterizado por temperatura no inverno acima de 18° C e alta precipitação anual (1300 mm chuva/ano) (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2010).

4.2. Relevo

O relevo da região está subdividido em três unidades geomorfológicas, denominadas Planalto Ocidental, Cuestas Basálticas e Depressão Periférica. O Planalto Ocidental é originado da continuidade física das Cuestas Basálticas, em camadas com suave caimento para o oeste para formar uma plataforma nivelada, atingindo a foz do Rio Paranapanema com 247 metros de altitude, constituído por rochas do grupo Bauru com prevalência dos arenitos e raramente cimento carbonático ou silicoso. As Cuestas Basálticas abrangem as cidade de Pradinho e Pratânia, nas cabeceiras dos Rios Novo e Pardo, constituído por colinas com topos amplos ou regulares e declividades entre 10 a 20%, altimetrias variáveis entre 600 a 900 metros. e áreas susceptíveis a erosão, principalmente nas regiões mais inclinadas das vertentes. A Depressão Periférica é composta pelo grupo Passa Dois, caracterizado por arenitos finos, siltitos, lamitos e folhelos com calcário oolíticos, e o grupo São Bento com arenitos fluviais e eólicos e derrames basálticos decorrentes dos vulcões (CATI, 2010).

4.3. Pedologia

De acordo com a CATI (2010), a região possui sete tipos distintos de solo:

- Argissolos vermelho-amarelos: possuem perfil profundo e desenvolvido com nítida divisão entre os horizontes superficiais, ocasionada pela diferença de concentração de argila. Este solo está presente nas áreas de colinas, morrotes e morros (principalmente nas encostas) com declividade entre 6 a 20%, onde a erosão é intensa. Possui boa aptidão para a agricultura quando sua fertilidade natural é alta e livre de pedregosidade.
- Latossolos: são solos espessos, homogêneos e porosos, típicos de áreas planas e colinas suaves, com grande capacidade de absorver águas superficiais. Pode ser utilizado para a produção de culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamentos.

- Nitossolos vermelhos: derivado do intemperismo de rochas básicas, são solos ricos em minerais ferromagnesianos e apresentam maior potencial de resposta as adubações. São solos porosos e possuem boa aptidão para a lavoura e usos agropastoris.
- Cambissolos: são solos evoluídos, pouco espessos e com minerais em decomposição. Quando expostos a cortes, são facilmente erodíveis com formação de sulcos. Ocorrem nas áreas de morros, montanhas e serras, com declividade acima de 20%.
- Planossolos: são solos de várzeas, baixadas e fundo de vales, saturados de água e com possibilidade de uso em olarias.
- Neossolos litólicos: são solos rasos, pouco evoluídos e caracterizam-se por uma fina camada arenosa-orgânica que recobre montanhas, serras e escarpas. Por serem rasos, seu uso na agricultura é limitado, devido a dificuldade de fixação das plantas e baixa retenção de água.
- Neossolos quartzarênicos: são solos formados por areia e grãos de quartzo com no mínimo dois metros de profundidade, isentos de minerais primários e pouco resistentes ao intemperismo. Seu uso contínuo por culturas anuais pode ocasionar degradação, necessitando de manejo e cuidados intensivos contra a erosão.

4.4. Hidrografia

Em relação a hidrografia, a região é banhada principalmente pelos Rios Jacaré, Paranapanema, Sorocaba e Tietê, onde suas águas são utilizadas para o abastecimento urbano (CATI, 2010).

4.5. Outras informações

A região do Pólo Cuesta possui 69.444,0 hectares de vegetação natural, 80.433,4 hectares de cultivo de eucalipto e 27.176,2 hectares ocupados pela laranja (CATI, 2010), os quais representam importantes fontes para a produção de mel.

Na cidade de Botucatu está localizada a Associação de Apicultores de Botucatu com 15 membros associados e, na cidade de Itatinga, a Associação de Apicultores do Pólo Cuesta, com 39 associados (CATI, 2010). Estes produtores que podem usufruir da região para a produção dos produtos apícolas e, conseqüentemente, contribuir diretamente com a polinização e com a diversificação das espécies vegetais.

De acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, esta dissertação dará origem a um artigo científico, intitulado:

Minerais em méis de abelhas africanizadas produzidos na região do Pólo Cuesta, Estado de São Paulo, Brasil. O artigo será publicado na Revista Acta Scientiarum Animal Sciences, conforme as suas regras de publicação.

5. Objetivos

Assim, os objetivos do presente trabalho foram avaliar a presença dos minerais cálcio (Ca), cobre (Cu), enxofre (S), ferro (Fe), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e zinco (Zn) em méis de abelhas *Apis mellifera* L. de diferentes origens botânicas da região do Pólo Cuesta, Estado de São Paulo, Brasil, através da espectrofotometria de absorção atômica.

6. Referências

- ALMEIDA FILHO, J. P. de; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M. S.; QUEIROGA, K. H. de; CÂNDIDO, A. F. de M. Estudo físico-químico e de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal - PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 83-90, 2011.
- ALTHOFF, D. A. Análise do pH das chuvas em Urussanga - SC. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 30-31, 1994.

ALVES, T. T. L.; SILVA, J. N.; MENESES, A. R. V. de; HOLANDA NETO, J. P. de Caracterização físico-química e análise sensorial dos méis produzidos por abelhas *Apis mellifera* L. oriundos de diversas floradas da região do Cariri Cearense. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 169-175, 2011.

AMR, M. M.; ABBAS, E. Z.; EL-SAMRA, M.; EL BATANUONI, M.; OSMAN, A. M. Neuropsychiatric syndromes and occupational exposure to zinc phosphide in Egypt. **Environmental Research**, Maryland Heights, v. 73, n. 1/2, p. 200-206, 1997.

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

BALTUSSEN, R.; KNAI, C.; SHARAN, M. Iron fortification and iron supplementation are cost-effective interventions to reduce iron deficiency in four subregions of the world. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 134, n. 10, p. 2678-2684, 2004.

BILANDZIC, N.; DOKIC, M.; SEDAK, M.; KOLANOVIC, B. S.; VARENINA, I.; KONCURAT, A.; RUDAN, N. Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 128, p. 1160-1164, 2011.

BIZZARIA, D. K.; FILGUEIRAS, C. T. Análise microbiológica de mel de abelha consumido no município de Campo Grande - MS. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, p. 104-105, 2003.

BOGDANOV, S. Contaminants of bee products. **Apidologie**, Paris, v. 37, p. 1-18, 2006.

BOGDANOV, S.; JURENDIC, T.; SIEBER, R.; GALLMANN, P. Honey for nutrition and health: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v. 27, n. 6, p. 677-689, 2008.

BÖHM, G. M. **Poluição atmosférica**: como os principais poluentes provocam doenças. Saúde Total, 2010. Disponível em: <http://www.saudetotal.com.br/artigos/meioambiente/poluicao/spdoencpol.asp>>. Acesso em: 27 abr. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 3610, 9 abr. 1965. Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. Regulamento técnico. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Animal. Legislações. Legislação por Assunto. Legislação de Produtos Apícolas e Derivados. Instrução Normativa n. 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/in_11_2000.htm>. Acesso em: 22 abr. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Balanço Mineral. Balanço Mineral Brasileiro 2001. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=361>. Acesso em: 27 abr. 2011.

BULDINI, P. L.; CAVALLI, S.; MEVOLI, A.; SHARMA, J. L. Ion chromatographic and voltammetric determination of heavy and transition metals in honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 73, p. 487-495, 2001.

CANTARELLI, M. A.; CAMIÑA, J. M.; PETTENATI, E. M.; MARCHEVSKY, E. J.; PELLERANO, R. G. Trace mineral content of Argentinean raw propolis by neutron activation analysis (NAA): assessment of geographical provenance by chemometrics. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 44, p. 256-260, 2011.

CARACTERÍSTICAS da região. **Pólo Cuesta**, Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://polocuesta.com.br/portal/quem-somos.htm>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

CARDOSO, M. A.; VANNUCCHI, H. **Nutrição humana: nutrição e metabolismo**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

CHAN, S.; GERSON, B.; SUBRAMANIAM, S. The role of copper, molybdenum, selenium, and zinc in nutrition and health. **Clinics in Laboratory Medicine**, Maryland Heights, v. 18, n. 4, p. 673-685, 1998.

CODEX STANDARD FOR HONEY. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Disponível em: <<http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>>. Acesso em: 20 set. 2010.

CONTI, M. E. Lazio region (Central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. **Food Control**, Kidlington, v. 11, p. 459-463, 2000.

CONTI, M. E.; STRIPEIKIS, J.; CAMPANELLA, L.; CUCINA, D.; TUDINO, M. B. Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, v. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1752-153x-1-14.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2011.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Plano regional de desenvolvimento rural sustentável 2010-2012**. Conselho Regional de Desenvolvimento Rural de Botucatu, Botucatu, 2010. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/new/crdr.php?cod_edr=08>. Acesso em: 27 fev. 2012.

CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 1988. p. 145-171.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193 p.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 226 p.

DETRANO, R. C.; WONG, N. D.; DOHERTY, T. M.; SHAVELLE, R. Prognostic significance of coronary calcific deposits in asymptomatic high-risk subjects. **American Journal of Medicine**, Tucson, v. 102, n. 4, p. 344-349, 1997.

DICKEY, J. H. Part VII. Air pollution: overview of sources and health effects. **Disease-a-Month**, Philadelphia, v. 46, n. 9, p. 566-589. 2000.

DOSSIÊ: os minerais na alimentação. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 4, p. 48-65, 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2011.

ELIN, R. J. Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. **American Journal of Clinical Pathology**, Birmingham, v. 102, n. 5, p. 616-622, 1994.

GARCÍA, J. C. R.; RODRÍGUEZ, R. I.; CRECENTE, R. M. P. GARCÍA, J. B.; MARTÍN, S. G.; LATORRE, C. H. Preliminary chemometric study on the use of honey as an environmental marker in Galicia (Northwestern Spain). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 54, n. 19, p. 7206-7212, 2006.

GOMES, M. J. M. Ambiente e pulmão. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Ribeirão Preto, v. 28, n. 5, p. 261-269, 2002.

GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; TERRAB, A.; HERNANZ, D.; FERNÁNDEZ-RECAMALES, M. A.; HEREDIA, F. J. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 53, p. 2574-2580, 2005.

HARDMAN, J. G.; LIMBIRD, L. E. **The pharmacological basis of therapeutics**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. 1436 p.

HEALTH ENVIRONMENTS CONSUMERS SAFETY - HECS. National ambient air quality objectives for particulate matter. Executive Summary, Part 1: science assessment document. 1998. Disponível em: <<http://publications.gc.ca/collections/Collection/H46-2-98-220E.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2011.

HENDLER, S. S. **A Enciclopédia de vitaminas e minerais**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 576 p.

HENRIQUES, G. S.; HIRATA, M. H.; COZZOLINO, S. M. F. Aspectos recentes da absorção e biodisponibilidade do zinco e suas correlações com a fisiologia da isoforma

testicular da enzima conversora angiotensina. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 333-345, 2003.

HERNÁNDEZ, O. M.; FRAGA, J. M. G.; JIMÉNEZ, A. I.; JIMÉNEZ, F.; ARIAS, J. J. Characterization of honey from the Canary Islands: determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 93, p. 449-458, 2005.

HUGHES, S.; KELLY, P. Interactions of malnutrition and immune impairment, with specific reference to immunity against parasites. **Parasite Immunology**, Oxford, v. 28, p. 577-88, 2006.

INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES – IOM. **Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. Washington, DC: The National Academies Press, 2006. 543 p.

IOANNIDOU, M. D.; ZACHARIADIS, G. A.; ANTHEMIDIS, A. N.; STRATIS, J. A. Direct determination of toxic trace metals in honey and sugars using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. **Talanta**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 92-97, 2005.

JONES, J.; HEISELMAN, D.; DOUGHERTY J.; EDDY, A. Cathartic-induced magnesium toxicity during overdose management. **Annals of Emergency Medicine**, Philadelphia, v. 15, n. 10, p. 1214-1218, 1986.

KATOH, Y.; SATO, T.; YAMAMOTO, Y. Determination of multielement concentration in normal human organs from Japanese. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 90, n. 1-3, p. 57-70, 2002.

KING, N. F.; SHAMES, D.M.; WOODHOUSE, L. R. Zinc homeostasis in humans. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1360S-1366S, 2000.

KLEVAY, L. M. Clinical signs of iron deficiency. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. 8, p. 607-608, 1992.

KODAVANTI, U. P.; SCHLADWEILER, M. C.; LEDBETTER, A. D.; HAUSER, R.; CHRISTIANI D. C.; SAMET, J. M.; McGEE, J.; RICHARDS, J. H.; COSTA, D. L. Pulmonary and systemic effects of zinc containing emission particles in three rat strains: multiple exposure scenarios. **Toxicological Sciences**, Oxford, v. 70, n. 1, p. 73-78, 2002.

MAHAN, L. K.; STUMP, S. E. **Krause: alimentos, nutrição & dietoterapia**. 10. ed. São Paulo: Roca, 2002.

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

MBIRI, A.; ONDITI, A.; OYARO, N.; MURAGO, E. Determination of essential and heavy metals in Kenyan honey by atomic absorption and emission spectroscopy. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, Nairobi, v. 13, n. 1, p. 107-115, 2011.

MENDES, C. de G.; SILVA, J. B. A. da; MESQUITA, L. X. de; MARACAJÁ, P. B. As análises de mel: revisão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 07-14, 2009.

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

MOLAN, P. C. Why honey is effective as a medicine. 1. Its use in modern medicine. New Zealand BeeKeeper, Wellington, v. 80, n. 2, p. 80-92, 1999. Disponível em: <<http://researchcommons.waikato.ac.nz/handle/10289/2059>>. Acesso em: 31 out. 2011.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nougairapis, 1997. 446 p.

ONOSAKA, S.; TETSUCHIKAHARA, N.; MIN. K. S. Paradigm shift in zinc: metal pathology. **Tohoku Journal of Experimental Medicine**, Tokyo, v. 196, n. 1, p. 1-7, 2002.

OSMAN, K. A.; AL-DOGHAIIRI, M. A.; AL-REHIAYANI, S.; HELAL, M. I. D. Mineral contents and physicochemical properties of natural honeys produced in Al-Qassim region, Saudi Arabia. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 5, n. 3/4, p. 142-146, 2007.

PEIXOTO, E. M. A. Magnésio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 12, 2000.

PEIXOTO, E. M. A. Cálcio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, 2004.

PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R. de; VILELA, S. L. de O. **Produção de mel**. Embrapa Meio-Norte, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2011.

PEREIRA, G. A. P.; GENARO, P. S.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L.; MARTINI, L. A. Cálcio dietético: estratégias para otimizar o consumo. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 164-171, 2009.

PISANI, A.; PROTANO, G.; RICCOBONO, F. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 107, p. 1553-1560, 2008.

PRZYBYŁOWSKI, P.; WILCZYŃSKA, A. Honey as an environmental marker. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 74, n. 3, p. 289-291, 2001.

RACOWSKI, I.; SILVAS, F. P. C.; TAKUSHI, D. T. T.; SILVA, D. W. G. da; MIRANDA, P. dos S. Ação antimicrobiana do mel em leite fermentado. **Analytica**, São Paulo, n. 30, p. 106-115, 2007.

RAMALHO, A. C. R. Farmacologia do cálcio, vitamina D, paratormônio, calcitonina e bifosfonatos. In: SILVA, P. **Farmacologia**. 5. ed. Rio de Janeiro, 1998. p. 737-745.

RASHED, M. N.; SOLTAN, M. E. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. **Journal of Food Composition and Analysis**, Maryland Heights, v. 17, p. 725-735, 2004.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2010. 1268 p.

SANTANA, E. Q. de **Determinação de macroelementos, oligoelementos e contaminantes metálicos em própolis por espectrofotometria de absorção atômica em chama e em forno de grafite**. 2003. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2003.

SANTOS, D. da C.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. de F. N. L. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do mel comercializado na cidade de Tabuleiro do Norte - Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 79-85, 2010.

SANTOS, D. da C.; OLIVEIRA, E. N. A. de; MARTINS, J. N. Caracterização físico-química de méis comercializados no município de Aracati - CE. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 158-162, 2011.

SANTOS, D. da C.; MOURA NETO, L. G.; MARTINS, J. N.; SILVA, K. F. N. L. Avaliação da qualidade físico-química de amostras de méis comercializadas na Região do Vale do Jaguaribe - CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 21-26, 2009.

SANTOS, J. S. dos; SANTOS, N. S. dos; SANTOS, M. S. P. dos; SANTOS, S. N. dos; LACERDA, J. J. de J. Honey classification from semi-arid, atlantic and transitional forest zones in Bahia, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 502-508, 2008.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de la producción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2008. 202 p.

SILICI, S.; ULUOZLU, O. D.; TUZEN, M.; SOYLAK, M. Assessment of trace element levels in Rhododendron honeys of Black Sea Region, Turkey. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 156, p. 612-618, 2008.

SILVA, L. R.; VIDEIRA, R.; MONTEIRO, A. P.; VALENTÃO, P.; ANDRADE, P. B. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics. **Microchemical Journal**, Philadelphia, v. 93, p. 73-77, 2009.

STANCIU, O. G.; MARGHITAS, L. A.; DEZMIREAN, D.; CAMPOS, M. G. A comparison between the mineral content of flower and honeybee collected pollen of selected plant origin (*Helianthus annuus* L. and *Salix* sp.). **Romanian Biotechnological Letters**, Bucharest, v. 16, n. 4, p. 6291-6296, 2011.

STANKOVSKA, E.; STAFILOV, T.; SAJN, R. Monitoring of trace elements in honey from the Republic of Macedonia by atomic absorption spectrometry. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 142, n. 1/3, p. 117-126, 2008.

STOLTZFUS, R. J.; MULLANY, L.; BLACK, R. E. **Iron deficiency anaemia**. Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors. Geneva: World Health Organization, 2005. v. 1. p. 163-209.

TERRAB, A.; VEGA-PÉREZ, J. M.; DÍEZ, M. J.; HEREDIA, F. J. Characterisation of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic–mass spectrometric analysis of their sugar components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Bognor Regis, v. 82, n. 2, p. 179-185, 2002.

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 characterisation of unifloral honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Bognor Regis, v. 83, p. 637-643, 2003.

TERRAB, A.; RECAMALES, A. F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J. Characterization of spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 88, p. 537-542, 2004.

TUZEN, M. Determination of some metals in honey samples for monitoring environmental pollution. **Fresenius Environmental Bulletin**, Freising, v. 11, p. 366–370, 2002.

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

VANHANEN, L. P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G. P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 128, p. 236-240, 2011.

VANNUCCHI, H.; MARCHINI, J. S. **Nutrição clínica: nutrição e metabolismo**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características do mel**. Vitória: UFES, 2007. p 1-8 (Boletim Técnico - PIE-UFES: 01107).

WAYHS, R.; ZELINGER, A.; RAGGI, P. High coronary artery calcium scores pose an extremely elevated risk for hard events. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 39, n. 2, p. 225-230, 2002.

WHITE JUNIOR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymetilhyfurfural and proline in honey: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 62, n. 3, p. 515-526, 1979.

WHITE JUNIOR, J. W. The role of HMF and diastase assays in quality evaluation. **Bee World**, Cardiff, v. 75, n. 3, p. 104-117, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Iron deficiency anaemia**: assessment, prevention, and control. A guide for programme managers. Geneva: WHO, 2001.

YARSAN, E.; KARACAL, F.; IBRAHIM, I. G.; KOKSAL, A.; DAS, Y. K. Contents of Some Metals in Honeys from Different Regions in Turkey. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 79, n. 3, p. 255-258, 2007.

YIP, R.; DALLMAN, P. R.; Hierro. In: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Conocimientos actuales sobre nutrición**. 7. ed. Washington, DC, 1997.

CAPÍTULO 2

**MINERAIS EM MÉIS DE ABELHAS AFRICANIZADAS PRODUZIDOS NA
REGIÃO DO PÓLO CUESTA, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**

**MINERALS IN HONEYS OF AFRICANIZED BEES PRODUCED IN PÓLO
CUESTA REGION, SÃO PAULO STATE, BRAZIL**

MINERAIS NO MEL DE *Apis mellifera* L.

MINERALS IN *Apis mellifera* L. HONEY

1. Resumo

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a presença dos minerais cálcio (Ca), cobre (Cu), enxofre (S), ferro (Fe), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e zinco (Zn) em amostras de méis de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e silvestre de abelhas *Apis mellifera* L. da região do Pólo Cuesta, estado de São Paulo, Brasil. As análises dos minerais foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica e os resultados avaliados por meio da Análise de Variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey-Kramer para comparação das médias ($P < 0,05$). Houve diferenças para os minerais Ca, S, P, Mg, K e Na entre as diferentes origens botânicas. Pode-se concluir que os méis da região do Pólo Cuesta apresentam minerais essenciais ao organismo humano, sendo que o mel de eucalipto apresentou os maiores teores para a maioria dos minerais analisados.

Palavras-chave: apicultura, *Apis mellifera* L., espectrofotometria.

2. Abstract

The aim of this study were to evaluate the presence of minerals calcium (Ca), copper (Cu), sulfur (S), iron (Fe), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na) and zinc (Zn) in eucalyptus (*Eucalyptus* sp.), orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck)

and wild honeys samples of *Apis mellifera* L. bees from Pólo Cuesta region, São Paulo state, Brazil. Analyses of minerals were carried out by atomic absorption spectrophotometry and the results evaluated by analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey-Kramer test for comparison of means ($P < 0.05$). There were differences for Ca, S, P, Mg, K and Na minerals between different botanical origins. It was concluded that the honey's Pólo Cuesta region shows minerals essentials to human organism, and the eucalyptus honey had the majority minerals analysed.

Key words: beekeeping, *Apis mellifera* L., spectrophotometry.

3. Introdução

O mel é uma substância doce e viscosa produzida principalmente por abelhas *Apis mellifera* L. a partir do néctar das flores ou de secreções de diferentes plantas (CAROLI et al., 1999; GARCIA et al., 2006). É um alimento natural muito complexo e o único edulcorante consumido por humanos sem qualquer adição de conservantes, refrigeração, dentre outros (IGLESIAS et al., 2004; MA, 2009).

Dependendo da origem botânica e composição química do néctar das flores, o mel é constituído por uma mistura de diferentes carboidratos como a frutose (27,3-44,3%), glicose (22,0–40,8%), maltose (2,7–16,0%) e sacarose (1,5-3,0%), proteínas, aminoácidos, vitaminas, enzimas, flavonóides, minerais dentre outros (BELITZ et al., 2009; BILANDZIC et al., 2011).

As concentrações dos minerais do mel variam de 0,1 – 0,2% e dependem da origem botânica das plantas que produzem o néctar (RASHED; SOLTAN, 2004; HERNÁNDEZ et al., 2005). A principal fonte de minerais das plantas é o solo, sendo estes elementos absorvidos pelo sistema radicular e transportados pelas partes vegetais até chegar ao néctar (PISANI et al., 2008).

O mel não pode ser considerado um alimento completo pelos padrões nutricionais, mas apresenta grande potencial como um suplemento dietético, além de possuir propriedades curativas e profiláticas (PEREIRA et al., 1998; MBIRI et al., 2011).

Dentro deste contexto, a análise do conteúdo mineral do mel garante ao consumidor um produto com qualidade, com níveis de minerais adequados que não causem danos à saúde humana (BULDINI et al., 2001).

Assim, os objetivos do presente trabalho foram avaliar a presença dos minerais cálcio (Ca), cobre (Cu), enxofre (S), ferro (Fe), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na) e zinco (Zn) em méis de abelhas *Apis mellifera* L. de diferentes origens botânicas da região do Pólo Cuesta, Estado de São Paulo, Brasil, por meio da espectrofotometria de absorção atômica.

4. Materiais e métodos

Durante o período de março de 2010 a março de 2011, foram coletados 47 amostras de mel de diferentes origens botânicas, sendo 20 amostras de mel de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), 15 de mel de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e 12 de mel silvestre em apiários localizados nas cidades de Bofete, Botucatu, Itatinga, Pardinho e São Manuel. Estas cidades pertencem à região do Pólo Cuesta, localizada na área central do estado de São Paulo, com clima oscilando entre o tropical para o temperado, sete tipos distintos de solos, relevos denominados Planalto Ocidental, Cuestas Basálticas e Depressão Periférica, vegetação transitando entre o Cerrado e a Mata Atlântica e quatro principais rios denominados Jacaré, Paranapanema, Sorocaba e Tietê (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2010).

No momento do beneficiamento, as amostras de mel foram armazenadas em recipientes plásticos isento de resíduos minerais com capacidade de 50 mL, mantidas a temperatura ambiente e protegidas da luz solar até o momento das análises.

As análises dos minerais cálcio (Ca), cobre (Cu), enxofre (S), ferro (Fe), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na) e zinco (Zn) foram realizadas no Laboratório de Análises Agrícola e Ambiental – Agrilab da cidade de Botucatu, estado de São Paulo.

As análises quali-quantitativas foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag (1974), com o equipamento da marca Varian, modelo Spectro 12/1475, para a análise dos minerais Ca, Cu, Fe, K, Mg, K, e Zn, com limites de detecção de 0,10 ppm, 0,10 ppm, 0,07 ppm,

0,01 ppm, 0,02 ppm e 0,03 ppm, respectivamente. Para os minerais S e P, utilizou-se o equipamento da marca Bel, modelo 1105, com limites de detecção de 0,26 ppm e 0,04 ppm, respectivamente, e a análise do mineral Na foi realizada no equipamento da marca Digimed, modelo DM-62, com limite de detecção de 0,01 ppm.

Para tanto, foi pesado 1 grama de cada amostra de mel em tubos para mineralização, marca Pyrex, adicionando-se em seguida uma solução de ácido nitroperclórico na proporção de 6 partes de ácido nítrico para 1 parte de ácido perclórico.

As amostras foram colocadas na capela de exaustão em bloco digestor termostatzado, marca Tecnal, modelo TE-040/25, e aquecidas a 250 °C por duas horas e meia para digestão e eliminação da matéria orgânica. Após este período, as amostras foram ressuspensas em água destilada, completando-se o volume para 25 mL, sendo analisadas em duplicata na leitura do espectrofotômetro.

Antes da passagem da primeira amostra no espectrofotômetro, soluções padrões, para cada mineral analisado, foram utilizadas para calibragem do aparelho. Os resultados foram expressos em mg Kg⁻¹.

Para o cálculo da quantidade de metais encontrados no mel, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Concentração do mineral (mg Kg}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Leitura mineral} - \text{Leitura do branco}) \times \text{Vol. diluição (25 mL)}}{\text{Peso da amostra (1 grama)}}$$

Os resultados foram avaliados através de Análise de Variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey-Kramer para comparação de médias, onde diferenças significativas foram consideradas para P<0,05 (ZAR, 1996).

5. Resultados e discussão

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados obtidos com as análises dos minerais em função das diferentes origens botânicas.

Tabela 1 – Médias e desvio padrão dos valores dos minerais (mg Kg^{-1}) encontrados em méis de eucalipto, laranjeira e silvestre da região do Pólo Cuesta, no período de março de 2010 a março de 2011.

Mineral (mg Kg^{-1})	Origem botânica do mel		
	Eucalipto	Laranjeira	Silvestre
Cálcio (Ca)	260,31 $\pm$ 95,51 a	91,40 $\pm$ 38,30 b	103,46 $\pm$ 35,90 b
Enxofre (S)	24,20 $\pm$ 15,01 b	101,83 $\pm$ 81,22 a	70,97 $\pm$ 43,01 a
Fósforo (P)	31,27 $\pm$ 5,85 b	69,95 $\pm$ 49,05 a	85,08 $\pm$ 37,54 a
Magnésio (Mg)	152,06 $\pm$ 35,73 a	19,91 $\pm$ 11,66 b	32,13 $\pm$ 15,09 b
Potássio (K)	1505,09 $\pm$ 206,48 a	332,34 $\pm$ 174,15 c	725,08 $\pm$ 451,96 b
Sódio (Na)	95,47 $\pm$ 35,86 a	15,84 $\pm$ 6,70 b	21,27 $\pm$ 10,65 b
Cobre (Cu)	0,56 $\pm$ 0,91 a	0,48 $\pm$ 0,29 a	0,56 $\pm$ 0,17 a
Ferro (Fe)	4,09 $\pm$ 2,22 a	2,30 $\pm$ 1,04 a	3,90 $\pm$ 5,38 a
Zinco (Zn)	2,27 $\pm$ 2,39 a	2,00 $\pm$ 1,65 a	1,84 $\pm$ 1,39 a

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

De acordo com os resultados, o maior valor para o mineral cálcio foi apresentado no mel de eucalipto ($260,31 \pm 95,51 \text{ mg Kg}^{-1}$) quando comparado aos méis de laranjeira e silvestre ($91,40 \pm 38,30$ e $103,46 \pm 35,90 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente). Mbiri et al. (2011) obtiveram valores variáveis de $19,33 \pm 4,07 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $70,17 \pm 3,90 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Ca em méis de diferentes regiões do Quênia, país da África que possui características geográficas e botânicas distintas da região do presente estudo, o que poderia explicar a diferença encontrada nos teores de cálcio.

O consumo de mel por pessoa ano no Brasil ainda é considerado baixo em comparação com outros países (SOUZA et al., 2003). Ao considerar o consumo médio de 300 g/pessoa/ano (CHEUNG; GERBER, 2009), tem-se uma ingestão diária de mel de aproximadamente 0,82 gramas e, portanto, observa-se que os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre contribuem com 0,213 mg, 0,075 mg e 0,085 mg de Ca/dia, respectivamente. A recomendação adequada de cálcio para um adulto entre 19 a 50 anos de idade é de 1000,00 mg/dia (INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2006).

Para o mineral enxofre, o mel de eucalipto apresentou valor médio de $24,20 \pm 15,01 \text{ mg Kg}^{-1}$, inferior aos méis de laranjeira e silvestre ($101,83 \pm 81,22 \text{ mg Kg}^{-1}$

e $70,97 \pm 43,01 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente). Em 25 amostras de mel de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) produzidos na Espanha, Terrab et al. (2004) encontraram valor médio de $29,00 \pm 7,30 \text{ mg Kg}^{-1}$ de S e Vanhanen et al. (2011) verificaram concentrações de enxofre variáveis de $13,41 \pm 1,05 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $93,90 \pm 0,36 \text{ mg Kg}^{-1}$ em 10 amostras de diferentes méis monoflorais da Nova Zelândia. A necessidade diária do mineral enxofre ainda não é determinada para o ser humano (IOM, 2006).

A principal fonte de enxofre para as plantas são os solos ricos em matéria orgânica proveniente da decomposição da vegetação nativa (MALAVOLTA; VIOLANTE NETTO, 1989), o que poderia influenciar a concentração deste elemento no mel de diferentes origens, como para o mel silvestre. Além disso, o uso de adubos compostos por enxofre, a absorção de dióxido de enxofre (SO_2) do ar e enxofre elementar utilizado como acaricida em culturas (MALAVOLTA; VIOLANTE NETTO, 1989) poderiam ser as fontes deste elemento para o mel de laranjeira.

Quanto ao mineral fósforo, observou-se teor inferior ($31,27 \pm 5,85 \text{ mg Kg}^{-1}$) no mel de eucalipto quando comparado aos méis de laranjeira e silvestre ($69,95 \pm 49,05 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $85,08 \pm 37,54 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente). O valor médio encontrado por Terrab et al. (2004) foi de $51,00 \pm 17,90 \text{ mg Kg}^{-1}$ de P em méis de tomilho da Espanha e Vanhanen et al. (2011) obtiveram teores variáveis de $29,5 \pm 0,37 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $255,00 \pm 3,52 \text{ mg Kg}^{-1}$ de P em méis monoflorais de diferentes origens botânicas da Nova Zelândia.

Os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre do presente estudo contribuem com 0,026 mg, 0,057 mg e 0,070 mg de P/dia, respectivamente, ao considerar um consumo de 0,82 g/dia de mel. A necessidade média estimada de fósforo é de 580,00 mg/dia para um adulto com idade entre 19 a 50 anos de idade (IOM, 2006).

Poggiani et al. (1980) relataram que a maior concentração de fósforo no eucalipto encontra-se fixado nos troncos destas árvores, extraídas para serem utilizadas como madeira, o que poderia explicar o baixo teor de fósforo encontrado no mel de eucalipto, visto que a reposição deste nutriente pela matéria orgânica vegetal decomposta é baixa.

O teor de magnésio encontrado no mel de eucalipto foi muito superior aos demais méis (Tabela 1), provavelmente pela origem geográfica e pela influencia de fatores antropogênicos (provocados pelo homem). Silva et al. (2009) obtiveram valor médio de $35,57 \pm 12,21 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Mg em 38 amostras de méis multiflorais e

monoflorais da região do Luso, Portugal, localizada no centro do país com condições edafoclimáticas (solo e clima) e diversidade vegetal (com predominância do cultivo de eucalipto) que favorecem a produção de mel.

A ingestão média estimada de magnésio para um adulto entre 19 a 50 anos de idade é de 300,00 mg/dia (IOM, 2006) e, ao considerar o consumo diário de mel de 0,82 gramas, o mel de eucalipto, laranjeira e silvestre oferecem 0,130 mg, 0,016 mg e 0,026 mg de Mg/dia, respectivamente.

O teor de potássio apresentou diferença para todas as origens botânicas, com maior concentração no mel de eucalipto, seguido dos méis silvestre e de laranjeira, com valores médios de $1505,09 \pm 206,48 \text{ mg Kg}^{-1}$, $725,08 \pm 451,96 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $332,34 \pm 174,15 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente. Na pesquisa realizada por Conti et al. (2007) com 69 amostras de méis da Itália, foram observadas concentrações médias de $307,00 \pm 68,00 \text{ mg Kg}^{-1}$ de K para méis monoflorais e $731,00 \pm 397,00 \text{ mg Kg}^{-1}$ de K para méis multiflorais. Silva et al. (2009) verificaram valor médio de $1150,10 \pm 513,26 \text{ mg Kg}^{-1}$ de K em suas amostras, predominantes de mel de eucalipto, semelhante ao valor deste trabalho. O potássio é um mineral essencial, atuando como catalisador nos processos de respiração, assimilação e transpiração das plantas (SANSIGOLO et al., 1983), o que poderia justificar sua alta concentração no néctar das diferentes origens botânicas.

Os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre colaboram com 1,234 mg, 0,237 mg e 0,595 mg de K/dia para o organismo ao considerar o consumo diário de 0,82 gramas do produto. A ingestão adequada para um adulto entre 19 a 50 anos de idade é de 4700,00 mg de K/dia (IOM, 2006).

O teor de sódio foi maior no mel de eucalipto, apresentando valor médio de $95,47 \pm 35,86 \text{ mg Kg}^{-1}$, como mostra a Tabela 1. Os valores de sódio verificados por Terrab et al. (2004) em amostras de mel de tomilho da Espanha e por Silva et al. (2009) em amostras de méis monoflorais e multiflorais de Portugal, foram de $389,00 \pm 69,50 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $261,43 \pm 158,31 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente, superiores aos encontrados no presente estudo. Os valores confirmam que a origem botânica e geográfica de uma região, além de fatores antropogênicos, influenciam na concentração mineral do mel.

A ingestão adequada de sódio é de 1500,00 mg/dia para um adulto entre 19 a 50 anos de idade (IOM, 2006) e, ao considerar o consumo diário de 0,82 gramas de mel, os

méis de eucalipto, laranjeira e silvestre fornecem 0,078 mg, 0,013 mg e 0,017 mg de Na/dia, respectivamente.

Não houve diferença para o teor de cobre entre os méis das três origens botânicas. As concentrações médias de cobre indicadas por Conti et al. (2007) no mel monofloral e multifloral da Itália foram de $0,67 \pm 0,41 \text{ mg Kg}^{-1}$ e $0,84 \pm 0,63 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente, enquanto que Mbiri et al. (2011) verificaram valores de cobre variáveis de $0,02 \pm 0,01 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $0,05 \pm 0,03 \text{ mg Kg}^{-1}$. Os teores de cobre apresentados neste trabalho (Tabela 1) estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1998), que estabelece concentração máxima de 10 mg Kg^{-1} de Cu para o mel.

Ao considerar o consumo de mel de 0,82 g/dia, o mel de eucalipto e silvestre oferecem 0,0005 mg de Cu/dia e o mel de laranjeira 0,0004 mg de Cu/dia, quando a necessidade média estimada de cobre para um adulto entre 19 a 50 anos de idade é de 0,70 mg/dia (IOM, 2006).

O teor do ferro não diferiu entre os méis do presente trabalho. Osman et al. (2007) encontraram em méis multiflorais de diferentes províncias da região de Al-Qassim, Arábia Saudita, médias variáveis de $0,31 \pm 0,03 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $3,19 \pm 0,27 \text{ mg Kg}^{-1}$. Conti et al. (2007) obtiveram concentrações de ferro superiores ao do presente trabalho, com valores de $4,51 \pm 4,15 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Fe para o mel monofloral e $7,19 \pm 7,50 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Fe para o mel multifloral, enquanto que Mbiri et al. (2011) verificaram valores inferiores em amostras de méis de diferentes regiões do Quênia, variáveis de $0,08 \pm 0,01 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $0,59 \pm 0,06 \text{ mg Kg}^{-1}$ de Fe.

Os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre colaboram com 0,0034 mg, 0,0019 mg e 0,0032 mg de Fe/dia ao considerar o consumo de mel de 0,82 g/dia, quando a necessidade média estimada de ferro é de 7,00 mg/dia para um adulto entre 19 a 50 anos de idade (IOM, 2006).

As concentrações do mineral zinco verificadas para os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre não apresentaram diferença. Osman et al. (2007) relataram diferenças significativas para o zinco no mel multifloral de diferentes províncias da região de Al-Qassim, Arábia Saudita, com valores variáveis de $0,20 \pm 0,02 \text{ mg Kg}^{-1}$ a $0,74 \pm 0,04 \text{ mg Kg}^{-1}$.

A necessidade média estimada deste mineral para um adulto entre 19 a 50 anos de idade é de 8,10 mg/dia (IOM, 2006) e, conforme o consumo diário de 0,82 gramas de

mel, os méis de eucalipto, laranjeira e silvestre fornecem 0,0019 mg, 0,0016 mg e 0,0015 mg de Zn/dia, respectivamente.

Neste trabalho, observou-se de maneira geral, que os maiores valores de minerais foram encontrados para o mel de eucalipto (Tabela 2), que poderia ser explicado pelo fato de que o cultivo de eucalipto no Brasil é feito em solos naturalmente pobres em minerais (BARROS; NOVAIS, 1990; PAIVA et al., 2001) e a necessidade de uma fertilização para manter ou aumentar a produtividade da cultura exige a aplicação de adubos e corretivos, onde as raízes de eucalipto extraem os minerais do solo e conseqüentemente favorecem a ciclagem de nutrientes (SANSIGOLO et al., 1983). Além disso, folhas e ramos que caem das árvores compõem a manta orgânica e contribuem com 47% do total de minerais do solo (POGGIANI et al., 1980). Desta forma, pode-se inferir que a utilização de adubos e corretivos, a ciclagem eficiente dos nutrientes entre o solo e a planta e a reposição de minerais pela matéria orgânica decomposta explicam a alta concentração de cálcio, magnésio e sódio encontrados no mel de eucalipto.

Tabela 2 – Contribuição mineral (mg/dia) dos méis de eucalipto, laranjeira e silvestre (consumo de 0,82 gramas de mel/dia/pessoa) e ingestão diária recomendada de minerais (mg/dia) para um humano entre 19 a 50 anos de idade.

Mineral (mg/dia)	Origem botânica do mel			Ingestão recomendada (mg/dia)*
	Eucalipto	Laranjeira	Silvestre	
Cálcio (Ca)	0,213	0,075	0,085	1000,00
Enxofre (S)	-	-	-	-
Fósforo (P)	0,026	0,057	0,070	580,00
Magnésio (Mg)	0,130	0,016	0,026	300,00
Potássio (K)	1,234	0,237	0,595	4700,00
Sódio (Na)	0,078	0,013	0,017	1500,00
Cobre (Cu)	0,0005	0,0004	0,0005	0,70
Ferro (Fe)	0,0034	0,0019	0,0032	7,00
Zinco (Zn)	0,0019	0,0016	0,0015	8,10

* Institute of Medicine of the National Academies, 2006.

Parcerias entre as entidades governamentais e associações de produtores favorecem a agricultura familiar em todo o Brasil com a compra de alimentos como feijão, milho, arroz e mel. Estes produtos são divididos entre escolas, creches, asilos e demais instituições (DELELLIS, 2006).

Nos últimos anos, com o incentivo do governo brasileiro e adoção de políticas públicas adequadas, a inclusão do mel na merenda escolar é uma realidade. Qualquer estado ou cidade brasileira pode criar uma legislação que incentive a produção e a comercialização do mel, assim como fez o estado do Mato Grosso do Sul com a Lei Estadual Nº 3173 de 27 de dezembro de 2005, em que as escolas da rede estadual inseriram o mel como merenda (DELELLIS, 2006). Na cidade de Curitiba – PR, os estudantes da rede municipal recebem um sachê de mel duas a três vezes por semana, o que ocasionou um aumento da produção em 150%, partindo de 10 Kg/colmeia/ano para 25 Kg/colmeia/ano de mel com o auxílio de assistências técnicas aos apicultores da cidade (CHRIST, 2006).

Com a inclusão do mel na merenda escolar, as crianças adquirem o hábito de consumir mel frequentemente, o que poderia, futuramente, aumentar o consumo médio dos brasileiros e, conseqüentemente, a demanda do produto, beneficiando ainda mais sua produção e sua comercialização. Além disso, conforme os dados obtidos neste trabalho, o mel representa uma interessante fonte de minerais para o organismo humano.

6. Conclusão

Pode-se concluir que os méis da região do Pólo Cuesta apresentam minerais essenciais ao organismo humano, sendo que o mel de eucalipto apresentou os maiores teores para a maioria dos minerais analisados.

7. Referências

BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n º 685, de 27 de agosto de 1998. Regulamento técnico. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos

de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1998.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2009. p. 886-890.

BILANDZIC, N.; DOKIC, M.; SEDAK, M.; KOLANOVIC, B. S.; VARENINA, I.; KONCURAT, A.; RUDAN, N. Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 128, p. 1160-1164, 2011.

BULDINI, P. L.; CAVALLI, S.; MEVOLI, A.; SHARMA, J. L. Ion chromatographic and voltammetric determination of heavy and transition metals in honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 73, p. 487-495, 2001.

CAROLI, S.; FORTE, G.; IAMICELI, A. L.; GALOPPI, B. Determination of essential and potentially toxic trace elements in honey by inductively coupled plasma-based techniques. **Talanta**, Amsterdam, v. 50, n. 2, p. 327-336, 1999.

CHEUNG, T. L.; GERBER, R. M. Consumo de mel de abelhas: análise dos comportamentos dos comensais do estado de Santa Catarina. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 10, p. 22-31, 2009.

CHRIST, F. Para filhos e pais. **Sebrae Agronegócios**, Brasília, DF, n. 3, 2006.

CONTI, M. E.; STRIPEIKIS, J.; CAMPANELLA, L.; CUCINA, D.; TUDINO, M. B. Characterization of Italian honeys (Marche region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Chemistry Central Journal*, v. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1752-153x-1-14.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2011.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Plano regional de desenvolvimento rural sustentável 2010-2012**. Conselho Regional de Desenvolvimento Rural de Botucatu, Botucatu, 2010. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/new/crdr.php?cod_edr=08>. Acesso em: 27 fev. 2012.

DELELLIS, C. Mel na merenda escolar aumenta consumo interno. **Sebrae Agronegócios**, Brasília, DF, n. 3, 2006.

GARCIA, J. C. R.; RODRIGUEZ, R. I.; CRECENTE, R. M. P.; GARCIA, J. B.; MARTIN, S. G.; LATORRE, C. H. Preliminary chemometric study on the use of honey as an environmental marker in Galicia (Northwestern Spain). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 54, n. 19, p. 7206-7212, 2006.

HERNANDEZ, O. M.; FRAGA, J. M. G.; JIMENEZ, A. I.; JIMENEZ, F.; ARIAS, J. J. Characterization of honey from the Canary Islands: Determination of the mineral content by atomic absorption spectrophotometry. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 93, p. 449-458, 2005.

IGLESIAS, M. T.; DE LORENZO, C.; POLO, M. D-C., MARTÍN-ÁVAREZ; PUEYO, E. Usefulness honeydew and floral honey. Application to honeys from a small geographic area. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 52, p. 84-89, 2004.

INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES – IOM. **Dietary references intakes**: the essential guide to nutrient requirements. Washington, DC: The National Academies Press, 2006. 543 p.

MA, L. International comparison of the export competitiveness of Chinese honey. **Asian Agricultural Research**, Cranston, v. 1, n. 7, p. 17-20, 2009.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação de citros**. Piracicaba: Potafos, 1989. 153 p.

MBIRI, A.; ONDITI, A.; OYARO, N.; MURAGO, E. Determination of essential and heavy metals in Kenyan honey by atomic absorption and emission spectroscopy. **Journal of Agriculture, Science and Technology**, Nairobi, v. 13, n. 1, p. 107-115, 2011.

OSMAN, K. A.; AL-DOGHAIIRI, M. A.; AL-REHIAYANI, S.; HELAL, M. I. D. Mineral contents and physicochemical properties of natural honeys produced in Al-Qassim region, Saudi Arabia. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 5, n. 3-4, p. 142-146, 2007.

PAIVA, H. N. de; JACOVINE, L. A. G.; RIBEIRO, G. T.; TRINDADE, C. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 123 p.

PEREIRA, P. C. M.; BARRAVIERA, B.; BURINI, R. C., SOARES, A. M. V. C.; BERTANI, M. A. Use of honey as nutritional and therapeutic supplement in the treatment of infectious diseases. **The Journal of Venomous Animals and Toxins**, Botucatu, v. 1, p. 1-2, 1998.

PISANI, A.; PROTANO, G.; RICCOBONO, F. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 107, p. 1553-1560, 2008.

POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z. do; SUITER FILHO, W. **Biomass and nutrient estimates removal in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus grandis***. Águas de São Pedro: IUFRO, 1980. 11 p.

RASHED, M. N.; SOLTAN, M. E. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. **Journal of Food Composition and Analysis**, Maryland Heights, v. 17, p. 725-735, 2004.

SANSIGOLO, C. A.; SILVA, H. D. da; PEREIRA, R. da S.; ALVES, S. T. Nutrição mineral de *Eucalyptus*. In: HAAG, H. P. **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria* e *Gmelina* no Brasil**. Campinas: Fundação Gargill, 1983. 202 p.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Esalq, 1974. 56 p.

SILVA, L. R.; VIDEIRA, R.; MONTEIRO, A. P.; VALENTÃO, P.; ANDRADE, P. B. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics. **Microchemical Journal**, Philadelphia, v. 93, p. 73-77, 2009.

SOUZA, A. T. de; SILVA, C. A. F.; BRITO, F. A. de; BOEING, G.; BORCHARDT, I.; ANDERSON, J. M.; GIUSTINA, J. E. D.; PAUL, J. M.; SOUZA FILHO, J.; MACHADO, J. S.; VIEIRA, L. M.; TORESAN, L.; VARASCHIN, M. J. C.; ZOLDAN, P.; BRUGNANO NETO, S.; MARCONDES, T.; CASAGRANDE, W. A. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2002 – 2003**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2003. 285 p.

TERRAB, A.; RECAMALES, A. F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 88, p. 537-542, 2004.

VANHANEN, L. P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G. P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 128, p. 236-240, 2011.

ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

8. Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo – FAPESP, pelo suporte financeiro de bolsa de estudo concedida (Processo N. 2010/13165-0).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Implicações

A pesquisa realizada contribui para avaliar as concentrações de minerais presentes em méis de diferentes origens botânicas.

A avaliação dos teores de minerais no mel coopera para garantir que o produto não apresente concentrações prejudiciais à saúde do ser humano e que, conseqüentemente, possui qualidade. Além disso, é um método que pode contribuir na caracterização geográfica e botânica e informar alterações antropogênicas de uma região.

Desta forma, os méis da região do Pólo Cuesta são produtos que apresentam bons atributos ao mercado consumidor e podem favorecer aos apicultores na criação de uma marca própria, com denominação de origem, trazendo para a região (que já é um ponto turístico) maior destaque e beneficiar a geração de novos empregos.

APÊNDICES

Tabela 1 – Valores (mg Kg⁻¹) das amostras dos minerais do mel de eucalipto.

Amostras	Ca	S	P	Mg	K	Na	Cr	Cu	Fe	Zn	Cd	Pb	Hg
E1	499,63	14,77	32,56	144,74	1440,13	101,97	0,021	0,30	4,34	1,16	0,0054	0,0104	nd*
E2	270,09	11,81	31,67	98,51	1116,42	11,19	0,023	0,25	1,34	0,74	0,0044	0,0094	nd
E3	335,84	11,93	38,95	108,96	1463,21	129,72	0,021	0,25	8,77	1,24	0,0048	0,0095	nd
E4	293,12	13,70	26,50	85,12	1247,32	160,71	0,023	0,11	3,78	0,19	0,0057	0,0080	nd
E5	296,66	16,05	37,44	125,28	1433,06	65,28	0,020	0,08	1,61	1,35	0,0040	0,0105	nd
E6	444,98	16,91	35,32	179,81	1221,63	81,73	0,019	0,51	3,37	0,84	0,0055	0,0492	nd
E7	325,10	14,41	31,35	120,55	1393,84	97,60	0,024	0,21	4,01	1,34	0,0045	0,0113	nd
E9	176,58	16,23	28,25	98,42	1389,47	64,47	0,017	0,24	5,29	11,05	0,0035	0,0107	nd
E10	254,63	12,61	26,34	176,54	1421,93	58,64	0,019	0,45	4,97	5,55	0,0041	0,0077	nd
E11	311,32	18,23	27,93	176,42	1983,91	122,64	0,021	1,21	2,50	4,09	0,0063	0,0087	nd
E12	237,84	15,10	26,88	178,38	1420,91	62,50	0,021	0,52	1,32	1,48	0,0032	0,0105	nd
E13	267,67	19,81	26,96	132,00	1803,14	116,67	0,019	3,39	1,57	0,91	0,0042	0,0093	nd
E14	289,47	10,46	23,66	164,04	1589,27	65,79	0,018	2,79	0,61	2,15	0,0030	0,0076	nd
E46	175,27	61,25	35,81	180,14	1593,02	153,53	0,017	0,00	6,52	1,88	0,0067	0,0111	nd
E47	202,55	37,95	27,81	193,67	1658,95	108,80	0,024	0,00	4,86	1,85	0,0056	0,0104	nd
E48	166,67	27,62	36,10	179,29	1419,08	109,07	0,022	0,25	5,88	1,52	0,0058	0,0091	nd
E49	199,03	44,76	43,28	203,34	1788,73	125,00	0,019	0,24	7,77	2,16	0,0050	0,0091	nd
E50	137,39	27,69	22,26	154,04	1532,51	78,83	0,018	0,00	4,28	2,75	0,0043	0,0074	nd
E51	143,49	41,49	25,93	153,53	1573,03	83,63	0,016	0,18	5,63	2,01	0,0046	0,0093	nd
E52	178,85	51,23	39,51	188,35	1612,32	111,54	0,022	0,19	3,46	1,08	0,0033	0,0105	nd

nd*: não detectado, abaixo do limite de detecção (20 ng L⁻¹).

1 **Tabela 2** – Valores (mg Kg⁻¹) das amostras dos minerais do mel de laranja.

Amostras	Ca	S	P	Mg	K	Na	Cr	Cu	Fe	Zn	Cd	Pb	Hg
L15	98,51	155,22	110,82	37,25	383,34	21,81	0,0237	0,74	2,78	6,09	0,0038	0,0086	nd*
L16	131,71	216,29	136,13	30,23	314,99	23,69	0,0215	0,74	1,78	3,44	0,0048	0,0081	nd
L17	125,00	38,30	59,66	21,57	365,04	18,33	0,0173	0,76	1,16	2,97	0,0032	0,0077	nd
L18	135,00	195,31	121,70	27,57	239,88	16,03	0,0142	0,76	1,03	3,03	0,0059	0,0084	nd
L19	124,20	169,02	126,77	28,16	343,98	15,73	0,0160	0,65	1,70	3,57	0,0059	0,0106	nd
L22	114,24	219,89	130,97	26,23	260,05	16,34	0,0144	0,65	2,34	2,76	0,0039	0,0087	nd
L24	122,53	154,19	90,08	27,51	227,46	16,34	0,0171	0,66	3,20	1,58	0,0042	0,0081	nd
L25	86,60	172,33	89,49	25,65	214,73	15,42	0,0221	0,64	0,58	2,12	0,0058	0,0077	nd
L26	137,99	57,07	82,32	33,66	929,53	21,96	0,0205	0,65	2,44	1,44	0,0064	0,0072	nd
L38	41,29	25,16	15,57	5,02	249,09	1,12	0,0221	0,22	4,91	0,49	0,0071	0,0084	nd
L39	42,01	27,29	13,90	8,09	302,92	15,37	0,0167	0,20	2,05	0,45	0,0062	0,0080	nd
L40	40,57	24,72	14,02	6,25	327,36	10,96	0,0192	0,00	2,19	0,39	0,0046	0,0110	nd
L41	58,25	27,36	21,64	5,34	295,48	4,85	0,0180	0,24	2,67	0,58	0,0059	0,0102	nd
L42	57,04	24,87	20,70	9,34	325,38	26,70	0,0155	0,24	2,91	0,63	0,0052	0,0077	nd
L45	56,00	20,49	15,50	6,70	205,80	13,00	0,0188	0,00	2,80	0,44	0,0063	0,0091	nd

nd*: não detectado, abaixo do limite de detecção (20 ng L⁻¹).

2
3
4
5
6
7
8
9
10

1 **Tabela 3** – Valores (mg Kg⁻¹) das amostras dos minerais do mel silvestre.

Amostras	Ca	S	P	Mg	K	Na	Cr	Cu	Fe	Zn	Cd	Pb	Hg
S27	139,36	32,99	126,77	49,50	1383,70	22,80	0,0205	0,60	2,10	0,96	0,0057	0,0092	nd*
S29	134,73	81,87	48,58	23,06	421,56	4,46	0,0234	0,56	1,85	2,20	0,0045	0,0080	nd
S30	89,40	77,61	60,45	21,79	512,85	13,33	0,0212	0,64	1,76	2,35	0,0042	0,0077	nd
S31	139,17	32,55	87,90	34,01	1006,47	23,28	0,0201	0,56	1,77	1,02	0,0034	0,0082	nd
S32	171,55	40,41	94,43	43,74	1403,69	31,47	0,0211	0,67	2,29	1,33	0,0043	0,0099	nd
S33	92,66	54,63	63,83	25,45	534,98	19,74	0,0192	0,69	2,78	5,75	0,0064	0,0110	nd
S34	87,99	89,95	93,41	23,10	314,95	11,15	0,0181	0,63	3,78	1,41	0,0066	0,0090	nd
S35	79,62	124,40	135,66	19,32	239,15	12,50	0,0225	0,63	2,11	0,68	0,0046	0,0104	nd
S36	92,50	71,61	94,66	27,21	314,98	14,46	0,0193	0,68	3,10	0,65	0,0051	0,0106	nd
S37	98,64	172,73	144,89	34,45	422,51	35,00	0,0161	0,67	2,26	2,23	0,0034	0,0089	nd
S43	40,72	29,11	33,40	15,91	761,69	27,46	0,0163	0,19	20,83	1,06	0,0031	0,0081	nd
S44	75,20	43,73	37,03	68,09	1384,47	39,63	0,0181	0,20	3,05	2,38	0,0041	0,0085	nd

2 nd*: não detectado, abaixo do limite de detecção (20 ng L⁻¹).

3