

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DOS MÉIS DE ABELHAS *Apis mellifera* PRODUZIDOS NA REGIÃO DO POLO CUESTA, SÃO PAULO, BRASIL<sup>1</sup>

E. H. Ito<sup>2</sup>, W. L. P. Araújo<sup>2</sup>, A. J. Shinohara<sup>2</sup>, D. C. B. Barros<sup>2</sup>, M. P. Camilli<sup>2</sup> R. O. Orsi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Recebido em 14/08/2018. Aprovado em 13/12/2018

<sup>2</sup> Núcleo de Ensino, Ciência e Tecnologia em Apicultura Racional NECTAR - FMVZ UNESP Botucatu, Brasil

\* Autor Correspondente: ricardo.orsi@unesp.br

**RESUMO:** A região do Pólo Cuesta, considerada um pólo de turismo rural, é formada por diversas cidades no interior do estado de São Paulo, e possui expressividade considerável na produção de mel. Entretanto, o mel produzido pelas abelhas sofre influência direta das fontes vegetais, resultando em variações de sua qualidade. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento da qualidade do mel produzido na Região do Pólo Cuesta, proveniente de diferentes floradas (eucalipto, laranjeira e silvestre), por meio de análises físico-químicas (cinzas, pH, acidez, sólidos insolúveis, cor, presença de glicose comercial, teste de Fiehe, reação de Lund e Lugol) e teor de minerais (cálcio, cobre, enxofre, ferro, fósforo, magnésio, potássio, sódio e zinco) por meio da espectrofotometria de absorção atômica. De acordo com os resultados, o mel da região mostrou-se dentro dos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente. O teor de minerais das amostras sofreu variações significativas de acordo com a origem botânica. Pode-se considerar que o mel produzido por abelhas *Apis mellifera* L. na região do Pólo Cuesta possui boa qualidade e pode tornar-se um produto com denominação de origem.

Palavras-chave: apicultura, denominação de origem, mel, qualidade.

## PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HONEYS OF *Apis mellifera* L. FROM THE POLO CUESTA REGION, SAO PAULO, BRAZIL

**ABSTRACT:** Variations in the physicochemical parameters and mineral content of honey may occur according to the region where the honey is produced. The region of Polo Cuesta comprises a number of towns in the state of São Paulo and plays an important role in the national honey industry. Knowledge of the quality of the honey produced in this region can make it a product with its own specific characteristics related to soil type, climate and environmental, social and cultural factors, adding value to the product. The aim of this study was to assay the physicochemical parameters (ashes, pH, acidity, insoluble solids, color, presence of commercial glucose, Fiehe's test, Lund's reaction, and Lugol's reaction) of honey samples obtained from Eucalyptus, Citrus and wild honey, and to quantify mineral content (calcium, copper, sulfur, iron, phosphorus, magnesium, potassium, sodium, and zinc) by atomic absorption spectrophotometry. All samples were within the limits of physicochemical parameters established by the legislation, except for moisture. In this study, 14.3% of the Eucalyptus samples, 75% of the Citrus samples and all wild honey samples had a moisture content above 20%. The mineral content of the samples varied according to botanical origin. The honey produced by *Apis mellifera* L. bees in the region of Polo Cuesta shows satisfactory physicochemical parameters. This study may provide recommendations for beekeepers to enhance good practices in honey harvesting, processing and storage in order to improve its quality.

Keywords: beekeeping, honey, protected designation of origin, quality

## INTRODUÇÃO

O mel é uma substância doce e viscosa produzida por abelhas a partir do néctar das flores ou de secreções de diferentes plantas (CORTÉZ et al. 2011; PEREIRA e REIS, 2015). É considerado um alimento natural complexo e o único edulcorante consumido por humanos sem qualquer adição de conservantes, refrigeração, dentre outros, apresentando grande potencial como suplemento dietético, além de possuir propriedades curativas e profiláticas (MBIRI et al. 2013).

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 (GOIS et al., 2013) e variações nos parâmetros físico-químicos e minerais no mel podem ocorrer de acordo com a região onde o mel é produzido (PISANI et al., 2008). O conhecimento desta variação nas características do produto é importante, no sentido do estabelecimento de padrões locais que possam conferir ao mel uma identificação de origem geográfica, uma vez que estudos relacionados à caracterização de méis provenientes de determinadas regiões e/ou floradas brasileiras são escassos (BENDINI e SOUZA, 2008).

A região do Pólo Cuesta é formada por diversas cidades no interior do estado de São Paulo, com características de clima, relevo e comidas típicas, tornando-se um pólo de cultura e turismo. Dentre as atividades de impacto que são desenvolvidas nesta região, a apicultura possui significativa expressão, o que torna este pólo uma das principais regiões produtoras de mel do estado de São Paulo, com produção estimada 1,1 toneladas mel (IEA, 2017).

Sendo assim, o conhecimento da qualidade do mel produzido na região do Pólo Cuesta pode tornar-se um produto com identificação de suas características próprias, relacionadas ao tipo de solo, clima, fatores ambientais, sociais e culturais, agregando valor ao produto.

Assim, os objetivos do presente trabalho

foram realizar a caracterização físico-química (cinzas, pH, acidez, sólidos insolúveis no mel, cor, presença de glicose comercial, teste de Fiehe, reação de Lund e Lugol) de méis de diferentes origens botânicas (eucalipto, laranjeira e silvestre) e quantificar os teores de minerais (cálcio, cobre, enxofre, ferro, fósforo, magnésio, potássio, sódio e zinco) por meio da espectrofotometria de absorção atômica.

## MATERIAL E MÉTODOS

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 e vegetação transitando entre o Cerrado e a Mata Atlântica (IEA, 2017).

### Análises Físico-Químicas

As análises físico-químicas realizadas foram cinzas, pH, acidez, sólidos insolúveis no mel, cor, glicose comercial, teste de Fiehe, reação de Lund e reação de Lugol. Estas foram realizadas conforme recomendação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998) no Laboratório do Setor de Apicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP de Botucatu. Todas foram realizadas em triplicata.

### Análise de minerais

As análises de cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, sódio e zinco foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1954), com equipamento da marca Varian, modelo Spectro 12/1475, com limites de detecção de 0,10, 0,10, 0,07, 0,01, 0,02 e 0,03 ppm, respectivamente. Para o enxofre e fósforo, 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 de sódio foi realizada no equipamento da marca Digimed, modelo DM-62, com limite de detecção de 0,01 ppm.

Para tanto, foi pesado um grama de cada

amostra de mel em tubos para mineralização da marca Pyrex, adicionando-se em seguida uma solução de ácido nitroperclórico na proporção de seis partes de ácido nítrico para uma parte de ácido perclórico.

As amostras foram colocadas na capela de exaustão em bloco digestor (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 diluídas 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.

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

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

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, 2013).

## RESULTADOS

Os valores médios das análises físico-químicas e de minerais das amostras de méis de floradas de eucalipto, laranjeira e silvestre estão descritos na Tabela 1.

### Análises físico-químicas

O teor médio de cinzas foi menor no mel de laranjeira com  $0,125 \pm 0,10\%$ , seguido pelo mel silvestre e de eucalipto ( $0,254 \pm 0,16$  e  $0,370 \pm 0,01\%$ ), que não diferiram entre si.

O valor médio de pH do mel de florada silvestre ( $4,10 \pm 0,4$ ) não diferiu estatisticamente dos méis de eucalipto ( $3,90 \pm 0,02$ ) e laranjeira ( $4,17 \pm 0,3$ ), os quais foram diferentes entre si. Os níveis de acidez variaram de acordo com a origem botânica, apresentando valores médios de  $11,61 \pm 2,90$  meq/kg para o mel de eucalipto;  $7,70 \pm 3,5$  para o mel de florada silvestre; e

$3,73 \pm 1,4$  meq/kg para o mel de laranjeira.

Não foram observadas diferenças significativas nos valores médios de sólidos insolúveis, que variaram de  $0,04 \pm 0,02$  a  $0,06 \pm 0,02$  nas diferentes origens botânicas.

Todas as amostras da florada de eucalipto apresentaram cor âmbar-claro. Já as da florada de laranja, apresentaram cor variando de extra-branco a âmbar e as da florada silvestre variaram de branco a âmbar.

Quanto às análises qualitativas, todas as amostras apresentaram resultado negativo para o teste da glicose comercial, teste de Fiehe e reação de Lugol. Já na reação de Lund, os valores observados para a florada de eucalipto variaram de 0,7 a 2,5 mL. Na florada de laranja os valores variaram de 0 a 2,5 mL e na florada silvestre de 2,0 a 5,5 mL.

### Análise de minerais

No geral, o teor de minerais das amostras sofreu variações significativas de acordo com a origem botânica. O mel de eucalipto apresentou o maior teor médio de cálcio ( $260,31 \pm 95,51$  mg/kg), que foi superior ao dobro dos valores encontrados nos méis de laranjeira e silvestre ( $91,40 \pm 38,30$  e  $103,46 \pm 35,90$  mg/kg, respectivamente). No entanto, o mel de eucalipto apresentou menor teor médio de enxofre ( $24,20 \pm 15,01$  mg/kg) e fósforo ( $31,27 \pm 5,85$  mg/kg), enquanto o méis de laranjeira e silvestre apresentaram valores médios de  $101,83 \pm 81,22$  e  $70,97 \pm 43,01$  mg/kg para o enxofre e  $69,95 \pm 49,05$  e  $85,08 \pm 37,54$  mg/kg para o fósforo, respectivamente.

Em contraste, o teor de magnésio encontrado no mel de eucalipto ( $152,06 \pm 35,73$  mg kg<sup>-1</sup>) foi muito superior ao mel silvestre ( $32,13 \pm 15,09$  mg/kg) e de laranjeira ( $19,91 \pm 11,66$  mg/kg), que foi mais de sete vezes menor em relação ao de eucalipto.

O teor de potássio diferiu significativamente em todas as origens botânicas, no qual se apresentou em maior concentração no mel de eucalipto ( $1505,09 \pm 206,48$  mg/kg), seguido pelo silvestre ( $725,08 \pm 451,96$  mg/kg) e então o de laranjeira ( $332,34 \pm 174,15$  mg/kg).

O teor de sódio dos méis de laranjeira e silvestre não foram diferentes estatisticamente ( $15,84 \pm 6,70$  e  $21,27 \pm 10,65$  mg/kg, respectivamente), porém foram aproximadamente 5 vezes menores em relação

**Tabela 1-** Médias e desvio padrão dos valores das análises físico-químicas e de minerais encontrados em méis de eucalipto, laranjeira e silvestre da região do Pólo Cuesta.

	Normas Vigentes (Brasil, 2001)	Mel silvestre		Mel de Eucalipto		Mel de Laranjeira	
		Médias $\pm$ DP	Intervalo de variação	Médias $\pm$ DP	Intervalo de variação	Médias $\pm$ DP	Intervalo de variação
Cinzas (%)	Máximo 0,60	0,255 $\pm$ 0,166	0,07 a 0,51	0,369 $\pm$ 0,1	0,02 a 0,37	0,126 $\pm$ 0,108	0,23 a 0,53
Sol. Ins.	-	0,041 $\pm$ 0,024	0,01 a 0,08	0,061 $\pm$ 0,023	0,003 a 0,09	0,049 $\pm$ 0,03	0,01 a 0,09
pH	3,30 a 4,60	4,101 $\pm$ 0,369	3,78 a 4,68	3,901 $\pm$ 0,205	3,81 a 4,82	4,177 $\pm$ 0,273	3,61 a 4,27
Acidez	Máximo 50	7,702 $\pm$ 3,564	5,07 a 17,66	11,539 $\pm$ 2,932	2,5 a 7,5	3,708 $\pm$ 1,438	7,5 a 16,3
Reação de Lund (ml)	-	3,136 $\pm$ 1,207	2 a 5,5	1,964 $\pm$ 0,603	0 a 2,5	1,158 $\pm$ 0,717	0,7 a 2,5
Minerais (mg/kg)							
Cálcio	-	103,45 $\pm$ 35,90b*	40,72 a 171,55	260,31 $\pm$ 95,51a	137,39 a 499,63	91,40 $\pm$ 38,30b	40,57 a 137,99
Enxofre	-	70,97 $\pm$ 43,01a	29,11 a 172,73	24,20 $\pm$ 15,01b	10,46 a 61,25	101,83 $\pm$ 81,22a	20,49 a 219,89
Fósforo	-	85,08 $\pm$ 37,54a	33,4 a 144,89	31,27 $\pm$ 5,85b	22,26 a 43,28	69,95 $\pm$ 49,05	13,9 a 136,13
Magnésio	-	32,13 $\pm$ 15,09b	15,91 a 68,09	152,06 $\pm$ 35,73a	85,12 a 203,34	19,91 $\pm$ 11,6b	5,02 a 37,25
Potássio	-	725,08 $\pm$ 451,96b	239,15 a 1403,69	1505,09 $\pm$ 206,48a	1116,42 a 1983,91	332,34 $\pm$ 174,15c	205,8 a 929,53
Sódio	-	21,27 $\pm$ 10,65b	4,46 a 39,63	95,47 $\pm$ 35,86a	11,19 a 160,71	15,84 $\pm$ 6,70b	1,12 a 26,7
Cobre	Máximo 10	0,56 $\pm$ 0,17a	0,0161 a 0,0234	0,56 $\pm$ 0,91a	0,016 a 0,024	0,48 $\pm$ 0,29a	0,0142 a 0,0237
Ferro	-	3,90 $\pm$ 5,48a	1,76 a 20,63	4,09 $\pm$ 2,22a	0,61 a 8,77	2,30 $\pm$ 1,04a	0,58 a 4,91
Zinco	-	1,84 $\pm$ 1,39a	0,65 a 5,75	2,27 $\pm$ 2,39a	0,19 a 11,05	2,00 $\pm$ 1,65a	0,39 a 6,09

\*Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

ao mel de eucalipto ( $95,47 \pm 35,86$  mg/kg).

Não houve diferenças significativas nos teores médios de cobre, ferro e zinco em nenhuma das origens botânicas.

## DISCUSSÃO

O teor de cinzas expressa diretamente a quantidade de minerais presentes no mel. A legislação brasileira para o mel (BRASIL, 1998), aceita um máximo de 0,60 % de cinzas. De acordo com WELKE (2008), o teor de cinzas é influenciado pela origem botânica da flor, expressando a riqueza do mel em minerais, entretanto, o teor de cinzas muito alto indica que o mel sofreu adulterações. Assim, todas as amostras analisadas no presente trabalho apresentam-se em conformidade com a legislação.

Os valores de cinzas encontrados no presente estudo foram superiores aos encontrados por MARCHINI et al. (2005), os quais encontraram  $0,16 \pm 0,07\%$  no mel de eucalipto e  $0,25 \pm 0,16\%$  no mel silvestre. Schlabit et al. (2010), analisando o mel produzido por apicultores da região do Vale

do Taquari/RS, obtiveram valores de cinzas variando de 0,09 a 0,54%.

VILHENA e ALMEIDA-MURADIN (1999) encontraram teores de cinzas em méis de laranjeira variando de 0,03 a 0,05% e em uma amostra de mel de eucalipto o valor encontrado foi de 0,37%. Nas amostras de mel silvestre os teores variaram de 0,10 a 0,29%.

A legislação brasileira não estabelece limite para valor de pH no mel, no entanto, valores excessivamente baixos ajudam a evidenciar adulterações através de xarope de sacarose ou amido invertido por hidrólise ácida. Já valores muito altos sugerem adição de calda de sacarose sem adição de ácido (GOMES, 2017).

GOMES (2017) ao analisar mel de diversas origens florais, obteve valores de pH variando de 2,82 a 3,83. A acidez do mel pode estar relacionada à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico ou ainda, pela ação das bactérias durante a maturação do mel. Para os valores de acidez, todas as amostras estão de acordo com a legislação, que estabelece valor

máximo de 50 meq/kg.

VILHENA e ALMEIDA-MURADIN (1999) encontraram valores de acidez de 13,54 a 22,27 meq/kg em méis de laranja e de 20,31 meq/kg para mel de eucalipto. MARCHINI et al. (2005) obtiveram valores de 14,0 a 75,5 meq/kg em méis silvestre e de 12,5 a 55 meq/kg em méis de eucalipto. DIAS et al. (2009) ao analisar mel de diversas origens florais, obteve valores de acidez que variaram de 14,73 a 47,79 meq/kg, sendo que as amostras de flor de laranja foram as que apresentaram os menores valores de acidez, o que condiz com o sabor característico e suave do mel de laranja.

Todos os valores obtidos para sólidos insolúveis apresentaram-se dentro do parâmetro da legislação, a qual estabelece um máximo de 0,1% (BRASIL, 1998). Os sólidos insolúveis estão relacionados com o teor de sujidades do mel (VILHENA e ALMEIDA-MURADIN, 1999).

De maneira geral, a predominância das cores dos méis das amostras de méis de diferentes origens botânicas foi âmbar claro. A coloração extra-branco foi observada somente nas amostras de laranja. Resultado semelhante foi observado por DIAS et al. (2009) que observaram maior incidência da cor âmbar claro e nas amostras silvestres a coloração variou de branco a âmbar escuro.

A cor é uma das características determinantes para a escolha do consumidor, que na maioria das vezes escolhe o produto apenas pela aparência. Variações apresentadas na cor do mel estão relacionadas à sua origem floral, processamento e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colmeia, no mercado mundial, o mel é avaliado por sua cor e méis claros alcançam preço mais alto que os escuros (MEDEIROS e FIGUEIREDO, 2016).

O volume do precipitado da Reação de Lugol deve estar entre 0,6 e 3,0 mL. Quantidades inferiores indicam que o mel é artificial ou foi adicionado de substâncias artificiais, enquanto valores altos estão relacionados à alimentação de abelhas com hidrolisados protéicos (SANTOS et al., 2011).

Segundo SANTOS et al. (2011), o teste de Lund, teste qualitativo para proteínas, mostrou não ser conclusivo quando aplicado

isoladamente a uma amostra de mel. A faixa estabelecida de 0,6 a 3,0 mL de precipitação não permite acusar até mesmo adulterações grosseiras propositais, como as que foram feitas por eles em seu estudo. Desta maneira, um teste que comprove adulterações do produto não pode ser utilizado isoladamente.

MBIRI et al. (2011) obtiveram valores que variaram entre  $19,33 \pm 4,07$  mg/kg a  $70,17 \pm 3,90$  mg/kg de cálcio em méis de diferentes regiões do Quênia; e LIBERATO et al. (2013) obtiveram valores entre 14,58 a 141,30 mg/kg, com uma média de  $62,00 \pm 61,82$  mg/kg em diferentes méis monoflorais no estado do Ceará, Brasil. Estas regiões possuem características geográficas e botânicas distintas da região do presente estudo, o que poderia explicar a diferença encontrada nos teores de cálcio.

Em amostras de méis mono e multiflorais produzidos no México, Mondragón-Cortez et al. (2013) encontraram valor médio de  $31,3 \pm 15,5$  mg/kg de enxofre e Vanhanen et al. (2011) verificaram concentrações variáveis de  $13,41 \pm 1,05$  mg/kg a  $93,90 \pm 0,36$  mg/kg em diferentes méis monoflorais da Nova Zelândia.

A principal fonte de enxofre para as plantas são os solos ricos em matéria orgânica proveniente da decomposição da vegetação nativa, 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 poderiam ser as fontes deste elemento para o mel de laranja (MOSQUERA et al., 2015).

O valor médio encontrado por Mondragón-Cortez et al. (MONDRAGÓN-CORTÉZ et al. 2013) foi de  $118,5 \pm 109,6$  mg/kg de fósforo em méis monoflorais e multiflorais; e VANHANEM et al. (2011) obtiveram teores variáveis de  $29,5 \pm 0,37$  mg/kg a  $255,00 \pm 3,52$  mg/kg de fósforo em méis monoflorais de diferentes origens botânicas.

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 (MORO

et al., 2008).

SILVA et al. (2009) obtiveram valor médio de  $35,57 \pm 12,21$  mg/kg de magnésio em 38 amostras de méis multiflorais e monoflorais da região do Luso, Portugal, localizada no centro do país com condições edafoclimáticas e diversidade vegetal com predominância do cultivo de eucalipto que favorecem a produção de mel. ALVES et al. (2013), também em Portugal, obteve valores inferiores aos encontrados neste estudo, sendo  $6,77 \pm 4,25$  mg/kg para o mel de laranjeira e  $31,59 \pm 0,1$  mg/kg para o mel de eucalipto. Os valores encontrados no presente estudo foram superiores aos encontrados por DOS SANTOS et al. (2008) no estado da Bahia, onde encontraram médias entre  $13,86 \pm 5,43$  e  $16,88 \pm 5,38$  mg/kg em amostras de mel silvestre.

Em pesquisa realizada por ATANASSOVA et al. (2012) com 36 amostras de méis da Bulgária, foram observadas variações entre 103,00 e 1628,00 mg/kg de potássio para méis monoflorais. ZHOU et al. (2013) verificaram valor médio de  $1869,2 \pm 34,5$  mg/kg de potássio em suas amostras de mel *Ziziphus jujuba* provenientes da China. ALVES et al. (2013) obteve valores variados para méis e alecrim, laranja, tomilho e eucalipto ( $147,17 \pm 130,99$ ;  $137,32 \pm 66,85$ ;  $285,40 \pm 66,85$ ; e  $873,48 \pm 3,41$  mg/kg, respectivamente), sendo o mineral mais abundante em todas as amostras. Estudos realizados na Malásia, Portugal, Nova Zelândia, e Brasil (estado do Ceará) também observaram o potássio como sendo o principal mineral presente no mel. O potássio é um mineral essencial, atuando como catalisador nos processos de respiração, assimilação e transpiração das plantas (GODINHO et al. 2015), o que poderia justificar sua alta concentração no néctar das diferentes origens botânicas.

Os valores verificados por ALVES et al. (2013) em amostras de mel de laranjeira são inferiores aos encontrados neste trabalho ( $6,01 \pm 1,53$  e  $15,84 \pm 6,70$  mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Já os valores obtidos por MONDRAGÓN-CORTEZ (2013) em amostras de méis silvestres e por SILVA et al. (2009) em amostras de méis monoflorais e multiflorais foram de  $96,4 \pm 106,50$  mg/kg e  $261,43 \pm 158,31$  mg/kg, respectivamente. Os valores confirmam que a origem botânica e geográfica de uma região,

além de fatores antropogênicos, influenciam na concentração mineral do mel.

As concentrações médias de cobre indicadas por RU et al. (2013) no mel multifloral foi de  $0,04 \pm 0,003$  mg/kg, enquanto que MBIRI et al. (2011) verificaram valores de cobre variáveis de  $0,02 \pm 0,01$  mg/kg a  $0,05 \pm 0,03$  mg/kg. 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 de cobre para o mel.

ATANASSOVA et al. (2012) encontraram em méis monoflorais da Bulgária valores entre 0,35 e 4,37 mg/kg de ferro. ALVAREZ-SUÁREZ (2012) obtiveram concentrações superiores ao do presente trabalho, com médias que variaram entre  $4,04 \pm 0,84$  mg/kg e  $10,23 \pm 1,76$  mg/kg para méis monoflorais, enquanto que MBIRI et al. (2011) verificaram valores inferiores em amostras de méis de diferentes regiões do Quênia, variando de  $0,08 \pm 0,01$  mg/kg a  $0,59 \pm 0,06$  mg/kg de ferro.

RU et al. (2013) relataram diferenças significativas para o zinco nos méis monoflorais provenientes da província de Zheijiang, na China, com valores variando entre  $0,58 \pm 0,04$  mg mg/kg e  $228,49 \pm 15,13$  mg/kg. RODRÍGUEZ-FLORES et al. (2016) obteve média de  $2,00 \pm 1,0$  mg/kg de zinco em méis de Castanheira-Portuguesa.

Neste trabalho, observou-se de maneira geral, que os maiores valores de minerais foram encontrados para o mel de eucalipto (Tabela 1), que poderia ser explicado pelo fato de que o cultivo de eucalipto no Brasil é feito em solos naturalmente pobres em minerais (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 (GODINHO et al., 2015). Além disso, folhas e ramos que caem das árvores compõem a manta orgânica e contribuem com 47% do total de minerais do solo (PEREIRA et al., 2010). 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 podem explicar a alta concentração de cálcio, magnésio e sódio encontrados no mel

de eucalipto.

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem com informações sobre as características do mel produzido de diferentes origens botânicas, na região do Pólo Cuesta, possibilitando o controle de qualidade do produto, aproveitamento do potencial produtivo, desenvolvimento do mercado consumidor interno, legalização e comercialização, visando brevemente a obtenção de um produto específico da região.

### CONCLUSÃO

O mel produzido por *Apis mellifera L.* na região do Pólo Cuesta possui boa qualidade nutricional.

### 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).

### REFERÊNCIAS

ALVAREZ-SUAREZ, J.M.; GIAMPIERI, F.; DAMIANI, E.; ASTOLFI, D.; FATTORINI D.; REGOLI, F.; QUILES, J.L.; BATTINO, M. Radical-scavenging activity, protective effect against lipid peroxidation and mineral contents of monofloral Cuban honeys. **Plant foods for human nutrition**, v.67, p.31-38, 2012.

ALVES, A.; RAMOS, A.; GONÇALVES, M.M.; BERNARDO, M.; MENDES, B. Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.30, p.130-138, 2013.

ATANASSOVA, J.; YURUKOVA, J.; LAZAROVA, M. Pollen and inorganic characteristics of Bulgarian unifloral honeys. **Czech Journal of Food Sciences**, v.30, p.520-526, 2012.

BELITZ, H.D.; GROSCH W.; SCHIEBERLE, P. Sugars, Sugar Alcohols and Honey. **Food Chemistry**, v.4, p.886-890, 2009.

BENDINI, J.N.; SOUZA, D.C. Physicochemical characterization of the bee honey originating in cashew flowering. **Ciência Rural**, v.2, p.565-567, 2008.

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**, v.128, p.1160-1164, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n ° 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.

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/portal/>>. Acesso em: 27 maio. 2018.

CORTÉZ, M.E.; VIGIL, P.; MONTENEGRO, G. The medicinal value of honey: a review on its benefits to human health, with a special focus on its effects on glycemic regulation. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.38, p. 303-317, 2011.

DIAS, J.S.; CAMARGO, A.C.; BARIN, C. S.; ELLEN SOHN, R.M. Physicochemical Characterization of Honey Samples. **UNOPAR Científica**, v.8, n. 1, 2009. DOS SANTOS, J.S.; SANTOS, N.S.; SANTOS, M.S.P.; SANTOS, S.N.; LACERDA, J.J. Honey classification from semi-arid, atlantic and transitional forest zones in Bahia, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v.19, p.502-508, 2008.

GODINHO, V.P.C. et al. Composição mineral e concentração crítica de potássio em folhas de rami cultivado em solução nutritiva. **Ceres**, v. 42, n. 240, 2015.

GOIS, G.C.; RODRIGUES, A.E.; DE LIMA, C.A.B.; SILVA, L.T. Composição do mel de *Apis mellifera*: Requisitos de qualidade. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, p.137-147, 2013.

GOMES, V.V. Avaliação da qualidade do mel comercializado no oeste do Pará, Brasil. **Rev. Virtual Quim**, v. 9, n. 2, 2017.

- LIBERATO, M.C.T.C.; MORAIS, S.M.; MAGALHÃES, C.E.C.; MAGALHÃES, I.L.; CAVALCANTI, D.B.; SILVA, M.M.O. Physicochemical properties and mineral and protein content of honey samples from Ceará State, Northeastern Brazil. **Food Science and Technology**, v.33, p.38-46, 2013.
- MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUK, I.P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p.8-17, 2005.
- 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**, v.13, p.107-115, 2011.
- MEDEIROS, DE SOUZA; FIGUEIREDO, M. Contaminação do mel: a importância do controle de qualidade e de boas práticas apícolas. **Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)**, v. 3, n. 4, 2016.
- MONDRÁGON-CORTEZ, P.; ULLOA J.A.; ROSAS-ULLOA, P.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, R.; VÁZQUEZ, J.A.R. Physicochemical characterization of honey from the West region of México. **CyTA-Journal of Food**, v.11, p.7-13, 2013.
- MONIRUZZAMAN, M.; CHOWDURY, MAZ.; RAHMAN, M.A.; SULAMAIN, S.A.; GAN, S.H. Determination of mineral, trace element, and pesticide levels in honey samples originating from different regions of Malaysia compared to Manuka Honey. **BioMed Research International**, v.2014, p.1-10, 2014.
- MORO, L.; FERREIRA, C.A.; SILVA, H.D.; RUSSMANN, C.B. Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. baseada em volume estimado pelo sistema SISPINUS. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n.3, 2008.
- MOSQUERA, M.E.L.; FABAL, A. L; VIVES, M.I. Utilización de azufre elemental como enmienda ácida en suelos para el cultivo de *Brassica napus*. **Spanish Journal of Soil Science**, v. 5, n. 2, p. 144-153, 2015.
- PAIVA H.N.; JACOVINE, L.A.G.; RIBEIRO, G.T.; TRINDADE, C. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v.123, 2001.
- PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BEUTLER, S.J.; TORRES, J.L.R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesq. Agropec. Bras**, v.45, p.508-514, 2010.
- PEREIRA, O.J.R.; REIS, J.M.D. Comparative study of the honey antimicrobial activity on *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciências em Saúde**, v.2, p.117-121, 2015.
- PISANI, A.; PROTANO, G.; RICCOBONO, F. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). **Food Chemistry**, v.107, p.1553-1560, 2008.
- RODRÍGUEZ-FLORES, S.; ESCUDERO, O.; SEIJO, M.C. Characterisation and antioxidant capacity of sweet chestnut honey produced in North-West Spain. **Journal of Apicultural Science**, v.60, p.19-30, 2016.
- RU, Q.M.; FENG, Q.; HE, J.H. Risk assessment of heavy metals in honey consumed in Zhejiang province, Southeastern China. **Food and Chemical Toxicology**, v.53, p.256-262, 2013.
- SANTOS, A. B.; MOURA, C. L.; CAMARA, L. B. Determinação da autenticidade dos méis vendidos nas feiras livres e comércios populares. **Brazilian Educational Technology: research and learning** v. 2, n. 3, p. 135-147, 2011.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Esalq, p.56, 1954.
- SCHLABITZ, C.; SILVA, S.A.F.; SOUZA, C. F.V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, p.80-90, 2010.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA). **Estatísticas da Produção Paulista**. 2016. Disponível em: <<http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva>>

aspx?cod\_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 12 junho. 2018.

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

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. **Manual de análises físico-químicas do mel**. APACAME, v.16, 1999.

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

WELKE, J. E.; REGINATTO, S.; FERREIRA, D.; VICENZI, R.; SOARES, J.M. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1737-1741, 2008.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis: Pearson new international edition**. Pearson Higher Ed, 2013.

ZHOU, J.; SUO, Z.; ZHAO, P.; CHENG, N.; GAO, H.; ZHAO, J.; CAO, W. Jujube Honey from China: Physicochemical Characteristics and Mineral Contents. **Journal of Food Science**, v.78, p.387-394, 2013.