

# COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE MÉIS DE *Apis mellifera* L. PROVENIENTES DO CERRADO PAULISTA<sup>1</sup>

DANIELA DE ALMEIDA ANACLETO<sup>2</sup>, LUÍS CARLOS MARCHINI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/08/04. Aceito para publicação em 07/12/04

<sup>2</sup>Laboratório de Apicultura, Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ,USP, Av. Pádua Dias, 11, Caixa postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba,SP. E-mail:[dalmeida@esalq.usp.br](mailto:dalmeida@esalq.usp.br)

**RESUMO:** O objetivo desta pesquisa foi verificar a composição físico-química de amostras de mel produzidas em áreas remanescentes de cerrado do Campus da Universidade de São Paulo, no município de Pirassununga-SP, comparando-as com os padrões estabelecidos pelas normas vigentes. Para tanto, foram realizadas coletas de mel provenientes de cinco colméias lotadas em duas diferentes áreas, no período de maio/2001 a abril/2002, posteriormente submetidas as seguintes análises: cor, umidade, proteína, cinzas, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural, pH, acidez, índice de formol, açúcares e minerais. Foram obtidas 34 amostras de méis, sendo os meses de maior produção de agosto a novembro; em contrapartida entre os meses de dezembro e fevereiro a coleta não foi viável. As médias das características físico-químicas analisadas das amostras de méis, enquadram-se nos padrões das normas em vigor no país; porém, 55,9% das amostras individuais apresentaram resultados divergentes da norma em ao menos uma das características, demonstrando assim a necessidade de uma revisão nos valores estabelecidos na classificação do mel brasileiro.

Palavras-chave: mel, composição, cerrado, análises físico-químicas.

## *PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION OF HONEY OF *Apis mellifera* L. FROM SÃO PAULO STATE CERRADO, BRAZIL.*

**ABSTRACT:** This research was carried out to evaluate the physicochemical composition of honey samples from cerrado areas of Pirassununga Campus "Universidade de São Paulo", São Paulo State, Brazil, comparing with the established Brazilian regulations. Honey samples were collected from five hives located in two different areas, from May 2001 to April 2002. The samples were submitted to the following analysis: color, water content, protein, ashes, electrical conductivity, hydroxymethylfurfural, pH, acidity, formaldehyde index, sugar content, and minerals. It was obtained 34 samples of honey, and the higher production occurred from August to November. However from December to February it was not possible to collect samples. The averages of the analyzed physicochemical characteristics of honey samples, are agreeing to the established Brazilian standard regulation. Nevertheless, 55.9% of the samples showed divergent results for those norms at least in one characteristic, demonstrating the needs of revising the established values for the Brazilian honey classification.

Key words: honey, composition, cerrado, physicochemical analysis.

## INTRODUÇÃO

O mel é um produto alimentício elaborado pelas abelhas a partir do néctar das flores (mel floral), de secreções das partes vivas de certas plantas ou de exsudações de insetos sugadores de seiva (mel de melato), que as abelhas coletam e transformam por

meio da evaporação da água e da adição de enzimas (CRANE, 1975).

A composição do mel depende, basicamente, da composição do néctar de cada espécie vegetal produtora, conferindo-lhe características específicas, enquanto que as condições climáticas e o manejo

do apicultor têm menor influência (WHITE JÚNIOR, 1978). É de fundamental importância a caracterização dos méis visando a criação de padrões segundo os fatores edafoclimáticos e florísticos das regiões, estabelecendo critérios comparativos nas análises físico-químicas e controlando possíveis fraudes desse produto (CRANE, 1990). Os trabalhos de análise da composição de méis visam comparar os resultados obtidos com padrões ditados por órgãos oficiais internacionais, ou com os estabelecidos pelo próprio país, deixando claro não só uma preocupação com a qualidade do mel produzido internamente, como também, torna possível a fiscalização de méis importados com relação a sua alteração (MARCHINI, 2001). Até a presente data, não consta da legislação brasileira para classificação de mel (BRASIL, 2000) padrões estipulados para condutividade elétrica e teor de proteína, portanto, adotamos para este trabalho os padrões norte-americanos (condutividade elétrica: de 200 a 800  $\mu\text{S cm}^{-1}$  e teor de proteína: média de 0,26%).

A seguir é apresentada uma breve revisão sobre as características físico-químicas do mel avaliadas neste trabalho.

### Composição do mel

#### Cor

A cor é uma das características do mel que mais influência na preferência do consumidor, que, na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência. Tal é a relevância deste parâmetro que o INTERNATIONAL TRADE FORUM (1977) considerou a cor como uma das características do mel que tem particular importância no mercado internacional. A cor do mel está correlacionada com a sua origem floral, processamento e armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel amadurece na colméia (SEEMANN e NEIRA, 1988).

Segundo BATH e SINGH (1999), a proporção de frutose, glicose, conteúdo de nitrogênio e aminoácidos livres, a reação de substâncias polifenólicas como sais de ferro, o conteúdo de minerais e a instabilidade da frutose em solução ácida, são fatores que determinam a velocidade do escurecimento do mel.

#### Umidade

Na composição do mel a água constitui o segun-

do componente em quantidade, geralmente variando de 15 a 21%, dependendo do clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação. Normalmente, o mel maduro tem menos de 18,5% de água. O conteúdo de água no mel é, sem dúvida, uma das características mais importantes, por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (SEEMANN e NEIRA, 1988). Segundo WHITE JÚNIOR (1978) os microorganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar) presentes nos corpos das abelhas, no néctar, no solo, nas áreas de extração e armazenamento podem provocar fermentação no mel quando o teor de água for muito elevado.

#### Proteína

Apesar do pouco conhecimento sobre as características do material protéico, a ocorrência de proteína em mel é utilizada na detecção de adulteração do produto comercial (CRANE, 1975).

Dentre os aminoácidos encontrados no mel, a prolina é o que está presente em maior quantidade, representando cerca de 50-85% do total.

#### Cinzas

O teor de cinzas expressa a riqueza do mel em minerais e se constitui numa característica bastante utilizada nas determinações que visam verificar sua qualidade. Os sais minerais encontrados no mel podem ser modificados por fatores relativos às abelhas, ao apicultor, clima, solo e flora (LASCEVE e GONNET, 1974).

Segundo BOGDANOV (1999), o conteúdo de cinzas no mel é um critério de qualidade e está relacionado com a sua origem botânica. Assim, o mel de origem floral tem menos cinzas que o mel de "honeydew". VERMEULEN e PELERENTS (1965) relataram a possibilidade de modificações do espectro mineral do mel devido a uma quantidade maior do pólen, mel prensado ou colhido de favo com pólen. Para ORTIZ (1988) o conteúdo de cinzas está correlacionado com a cor do mel, pois quanto mais escuro é o mel mais cinzas ele contém.

#### Condutividade elétrica

A condutividade elétrica pode ser utilizada como método suplementar na determinação da origem botânica do mel (AGANIN, 1971), além de apresentar

correlação com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, proteína e outras substâncias presentes no mel (STEFANINI, 1984; CRANE, 1990; BOGDANOV, 1999).

### Hidroxiacetilfurfural

O hidroxiacetilfurfural (HMF) é formado pela reação de certos açúcares em presença de ácidos. O seu conteúdo pode aumentar com a elevação da temperatura, com armazenamento do mel e adição de açúcar invertido, podendo ser afetado pela acidez, pH, água e minerais no mel de acordo com citação de WHITE JÚNIOR (1976); SEEMANN e NEIRA (1988) e SALINAS *et al.* (1991). Conforme VERÍSSIMO (1988), o HMF é um indicador de qualidade no mel, visto que, quando elevado indica uma queda no seu valor nutritivo, pela destruição ou por meio de aquecimento de algumas vitaminas e enzimas que são termolábeis.

### pH

O pH determinado no mel refere-se aos íons hidrogênio presentes numa solução e pode influenciar na formação de outros componentes, como na velocidade de produção do hidroxiacetilfurfural (HMF) (VIDAL e FREGOSI, 1984).

Todos os méis são ácidos e o pH é influenciado pela origem botânica, pela concentração de diferentes ácidos e pelo cálcio, sódio, potássio e outros constituintes das cinzas (SEEMANN e NEIRA, 1988; FRIAS e HARDISSOM, 1992).

### Acidez

A acidez é um importante componente do mel, pois contribui para a sua estabilidade frente ao desenvolvimento de microorganismos. Os ácidos dos méis estão dissolvidos em solução aquosa e produzem íons de hidrogênio que promovem a sua acidez ativa, permitindo assim, indicar as condições de armazenamento e o processo de fermentação (CORNEJO, 1988).

Foram encontrados no mel os ácidos: acético, benzóico, butírico, cítrico, fenilacético, fórmico, glucônico, isovalérico, láctico, maléico, oxálico, propiônico, piroglutânico, succínico-valérico. O ácido glucônico em equilíbrio com a glucono-lactona, formado pela ação da glicose oxidase, é o principal deles (SEEMANN e NEIRA, 1988).

### Índice de formol

O índice de formol é importante no mel por representar, predominantemente, os compostos aminados, permitindo assim, avaliar o conteúdo em peptídios, proteínas e aminoácidos (MCGREGOR, 1979). É um importante componente indicador de adulteração, pois quando muito baixo pode indicar a presença de produtos artificiais, e quando excessivamente alto, mostra que as abelhas foram alimentadas com hidrolizado de proteínas (SIMAL e HUIDOBRO, 1984). Assim, o índice de formol pode ser utilizado para comprovar a autenticidade do mel.

### Açúcares

Os açúcares encontrados no mel são: glicose, frutose, sacarose, maltose, isomaltose, eilose, questose, melezitose, rafinose, dextrantiose, 4-glicosildextrantriose e um oligossacarídeo. Estes açúcares influenciam na viscosidade, higroscopicidade, granulação e valor energético dos méis (WHITE JÚNIOR, 1979).

Os monossacarídeos constituem a maior parte do mel, variando de 85% a 95% da sua composição. Entre eles, a glicose, por ter pouca solubilidade, determina a tendência da cristalização do mel, e a frutose, por ter alta higroscopicidade, possibilita a doçura do mel, segundo WHITE JÚNIOR (1979); DURÁN *et al.* (1996) e SEEMANN e NEIRA (1988).

Entre os dissacarídeos, a sacarose representa, em média, 2 a 3% dos carboidratos e quando superior a este valor, indica se um mel está verde ou foi adulterado. Ela pertence aos oligossacarídeos e quando sofre a hidrólise, pela ação de ácidos diluídos ou enzimas (invertase), resulta em dois monossacarídeos: frutose e glicose (VIDAL e FREGOSI, 1984).

### Minerais

Os minerais influem diretamente na coloração do mel, estando presentes em maior concentração nos méis escuros em comparação com os claros. Já foram identificados no mel inúmeros elementos químicos: K, Na, Ca, Mg, Mn, Ti, Co, Mo, Fe, Cu, Li, Ni, Pb, Sn, Zn, Os, Ba, Ga, Bi, Ag, Au, Ge, Sr, Be, Va, Zn (WHITE JÚNIOR, 1979). Os trabalhos sobre minerais no mel demonstraram níveis bastante variá-

veis em função da origem botânica e solo (SODRÉ, 2000).

As características físico-químicas do mel de áreas de cerrado são pouco conhecidas devido a elevada diversidade da flora apícola e das diferenças de solo e clima que apresentam. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se conhecer a composição do mel proveniente de áreas de cerrado do Estado de São Paulo, estabelecendo padrões de qualidade e identificando possíveis peculiaridades deste produto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa se deu em áreas remanescentes de cerrado do Campus da Universidade de São Paulo, no município de Pirassununga-SP, situado entre as coordenadas 21° 57' 02"S , 47° 27' 50"W e 630m de altitude.

A área total do Campus compreende cerca de 2.325 ha, ocupados por diferentes fisionomias de cerrado, além de áreas de cultivo e pastagens. As florestas preservadas (cerrado e floresta ciliar) correspondem a 30% da área total ou 705 ha, enquanto as áreas de pastagens e cultivos ocupam aproximadamente 70% da área total ou 1.620 ha.

Foram utilizadas cinco colméias em duas diferentes áreas de cerrado (Cerradão, que possui aproximadamente 56 ha e o dossel da vegetação alcança alturas de 15 a 20m; e Cerrado *sensu strictu*, que se localiza a um km do remanescente do cerradão, possuindo cerca de 93 ha e caracterizado por flora arbustiva, com no máximo 6m de altura, além de lianas e várias espécies herbáceas), onde foram realizadas coletas mensais de mel maduro, durante o período de um ano.

As análises físico-químicas das amostras de méis de *Apis mellifera* L. foram realizadas no Laboratório de Insetos Úteis do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", campus de Piracicaba, da Universidade de São Paulo, com exceção da análise de minerais que foi desenvolvida no Laboratório de Minerais do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP - Pirassununga/SP.

Para que não ocorresse mistura de mel formado

nos diferentes meses de coleta, foi adotado o critério de retirada total do mel maduro produzido a cada mês, em dois quadros de melgueira previamente marcados. Os favos eram revestidos com sacos plásticos antes de serem centrifugados, promovendo a individualização de cada amostra das diferentes colméias, em seguida o mel era decantado, filtrado e armazenado em embalagens plásticas individuais, para depois se iniciarem as análises. Foram realizadas três repetições por amostra, obtendo-se a média e o intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade. As características analisadas foram:

### Cor (nm)

Para a verificação da cor do mel foi utilizado o método de BIANCHI (1986), com medição espectrofotométrica e tabela de Pfund.

### Umidade (%)

A umidade das diferentes amostras de méis foi determinada, logo após sua colheita, pelo refratômetro manual marca ATAGO (luz natural, temperatura ambiente) específico para mel. O referido aparelho dispõe de uma escala, que expressa diretamente o valor da umidade (%), sendo feita uma correção em função da temperatura num termômetro a ele acoplado externamente. Este aparelho foi adaptado a partir do refratômetro Abbe e possui um alto contraste no campo de visão (ATAGO Co., 1988).

### Proteína (%)

A proteína do mel foi determinada seguindo-se as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATO, 1985).

### Cinzas (%)

A determinação de cinzas foi realizada por meio da calcinação em mufla a 550°C até um peso constante (PREGNOLATO, 1985).

### Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )

A condutividade elétrica foi obtida em uma solução a 20% de matéria seca de mel a 20°C (BOLETÍN OFICIAL ESPAÑOL, 1986), utilizando-se o condutímetro, modelo HI8820, na obtenção dos dados.

### Hidroximetilfurfural (mg.kg<sup>-1</sup>)

O hidroximetilfurfural foi determinado conforme o método de A.O.A.C. (1990).

### pH, Acidez (meq.kg<sup>-1</sup>) e índice de formol (ml.kg<sup>-1</sup>)

Os três parâmetros foram determinados seguindo a metodologia adotada pelo Laboratório do Centro de Apicultura Tropical do Instituto de Zootecnia de Pindamonhangaba, São Paulo, para pH e acidez (MORAES e TEIXEIRA, 1998) e para índice de formol (MORAES, 1994).

### Açúcares redutores e sacarose (%)

A determinação de açúcares redutores (%) e sacarose (%) foi realizada por meio do método estabelecido por COPERSUCAR(1987) com modificações para o presente trabalho (citadas em MARCHINI *et al.*, 2004).

### Minerais (mg.kg<sup>-1</sup>)

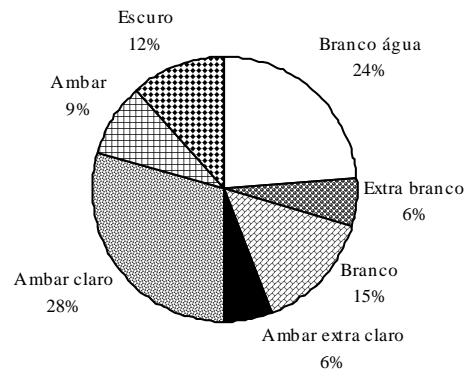
Os diferentes minerais contidos no mel foram determinados a partir das cinzas das amostras dos méis, em solução de HCl a 50%, por espectrofotometria de emissão em chama e sistemas de injeção em fluxo contínuo, conforme Bergamin Filho *et al.* (in PAMPLONA, 1989), com espectrofotômetro Micronal, modelo B262; bomba peristáltica modelo B332 e sistema de injeção: injetor computador, microcomputador Saci.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas de mel foram realizadas de maio/2001 a abril/2002, com a obtenção de 34 amostras de méis. Os meses de maior produção ocorreram de agosto a novembro; em contrapartida, entre dezembro a fevereiro não foi viável a coleta de amostras, pois não houve produção suficiente de mel maduro nos favos demarcados das colméias em estudo, provavelmente devido as constantes chuvas deste período, além de uma visível redução do número de plantas em floração. Não foram avaliadas diferenças de produção de mel entre as colméias utilizadas. Os resultados obtidos das características analisadas estão apresentados nos Quadros 1, 2 e 3 e na Figura 1.

Observou-se predominância de méis de cor

âmbar claro (28%) e em seguida de branco água (24%) (Figura 1); contudo, houve grande variação nas cores das diferentes amostras analisadas, o que é característico dos méis silvestres ou poliflorais. Segundo SODRÉ (2000), trabalhos com análises da cor de méis de diferentes origens demonstraram uma predominância da cor clara sobre a escura, o que também foi verificado nesta pesquisa.



**Figura 1. Porcentagem das classes de cor das amostras de méis, coletadas de maio/2001 a abril/2002, no cerrado do município de Pirassununga-SP**

A porcentagem de umidade para as 34 amostras de méis analisadas (Quadro 1) variou de 16,6 a 20,8%, com uma média de  $18,0 \pm 0,34\%$  (I.C. a 0,05%) que se encontra dentro do limite permitido pela norma vigente que é de 20% (BRASIL, 2000); entretanto, 2,94% das amostras analisadas estão fora desta norma.

Os valores obtidos estão próximos aos de KOMATSU (1996) que analisou amostras de méis de São Paulo, encontrando valores para a umidade variando de 16,4 a 23,4%.

COSTA *et al.* (1999) trabalharam com amostras de méis de alguns estados brasileiros e encontraram valores médios de 18,37%. MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 19,1 e 21,19% para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

O conteúdo de proteínas para as 34 amostras de méis analisados (Quadro 1) varia de 0,07 a 0,49%, com valor médio de  $0,23 \pm 0,04\%$  (I.C. a 0,05%) que se encontra próximo ao padrão internacional que é em média de 0,26%.

**Quadro 1. Teor de umidade, proteína, cinzas, condutividade elétrica (Cond. El.) e hidroximetilfurfural (HMF), em amostras de mel, coletadas de maio/2001 a abril/2002, em áreas de cerrado do município de Pirassununga, SP**

Amostra	Umidade (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Cond. El. $\mu\text{S.cm}^{-1}$	HMF $\text{mg.kg}^{-1}$
1	17,4	0,26	0,59	1249	4,94
2	19,2	0,24	0,41	1041	9,13
3	16,8	0,38	0,77	1945	0,00
4	18,6	0,25	0,33	1426	6,59
5	17,0	0,47	0,65	1619	10,63
6	19,8	0,36	0,55	1320	9,58
7	16,8	0,14	0,11	285	3,75
8	16,6	0,17	0,07	432	4,34
9	17,4	0,12	0,49	496	4,49
10	17,2	0,18	0,15	357	3,14
11	16,8	0,11	0,07	319	1,80
12	18,6	0,08	0,13	406	2,40
13	20,8	0,07	0,08	311	2,25
14	17,4	0,08	0,03	284	1,50
15	18,6	0,09	0,02	288	0,60
16	17,8	0,10	0,17	301	0,54
17	16,6	0,16	0,07	227	0,75
18	18,3	0,09	0,15	436	2,55
19	18,0	0,18	0,09	377	1,05
20	18,2	0,36	0,16	364	1,80
21	19,2	0,15	0,16	423	1,95
22	18,4	0,11	0,22	509	2,85
23	17,0	0,16	0,11	392	0,76
24	18,6	0,09	0,17	479	2,55
25	17,5	0,23	0,35	934	7,48
26	18,5	0,47	0,30	807	2,25
27	19,3	0,32	0,47	1300	6,74
28	18,3	0,49	0,75	2200	4,44
29	18,1	0,37	0,52	1549	2,55
30	19,6	0,36	0,43	1049	3,89
31	17,3	0,17	0,09	468	11,45
32	17,4	0,24	0,19	1003	3,96
33	17,6	0,46	0,47	1281	2,06
34	17,8	0,40	0,39	1104	1,03
Média	18,01	0,23	0,28	793,56	3,70
D. P.	1,009	0,134	0,217	540,68	3,019
I. C. 0,05%	0,339	0,045	0,073	181,74	1,015
Máximo	20,8	0,49	0,77	2200	11,45
Mínimo	16,6	0,07	0,02	284	0,00

DP = Desvio Padrão; IC = Intervalo de Confiança

MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 0,19 e 0,32% para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente. Segundo diferentes trabalhos apontados por SODRÉ (2000), os valores de proteína já encontrados estão compreendidos numa faixa de variação entre 0,048 a 2,8%.

Os valores de cinzas encontrados nas 34 amostras de méis analisadas (Quadro 1) variam de 0,02 a 0,77%, com um valor médio de  $0,29 \pm 0,07\%$  (I.C. a 0,05%). O limite permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) é o máximo de 0,6% para méis de origem floral e 1,2% para méis de melato. Das amostras analisadas 8,8% não estão de acordo com a legislação brasileira.

SODRÉ (2000) analisando méis do litoral norte da Bahia encontrou resultados semelhantes aos do presente trabalho, com o teor de cinzas variando entre 0,09 a 0,67%. MARCHINI (2001) cita os trabalhos de diversos autores que observaram valores numa faixa de variação de 0,02 a 0,9% para méis de diferentes origens.

Os valores de condutividade elétrica para as 34 amostras de méis (Quadro 1) variam de 284 a 2200  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , com média de  $793,56 \pm 181,74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (I.C. a 0,05%), que está praticamente no limite máximo permitido pelas normas internacionais que é de 200 a 800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , além do fato de 44,1% das amostras encontrarem-se acima deste limite.

SODRÉ (2000) registrou fato semelhante em amostras de méis provenientes do litoral norte da Bahia, e DURÁN *et al.* (1996) analisando amostras de méis de diferentes regiões do Brasil constataram para a condutividade elétrica valores em torno de 100 a 2103  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 568,25 e 1018,65  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para méis de flores silvestres e de eucalipto respectivamente, indicando que este parâmetro necessita ser reavaliado para melhor expressar a realidade dos méis brasileiros.

As quantidades de Hidroximetilfurfural (HMF) encontradas nas 34 amostras de méis analisadas (Quadro 1), variaram de 0,0 a 11,45  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , com o valor médio de  $3,7 \pm 1,01 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (I.C. a 0,05%). Com base nos valores encontrados para HMF, 100% das amostras analisadas no presente trabalho estão abaixo do valor máximo estabelecido pela norma vigente que é de 60  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (BRASIL, 2000). DAYRELL e VITAL (1991) analisaram amostras de méis brasileiros pelo método da A.O.A.C. (1990) e encontraram valores variando de 1,1 a 248,2  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 19,3 e 17,4  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

O pH das 34 amostras de méis analisadas variaram de 3,27 a 4,45 (Quadro 2), com um valor médio de  $3,89 \pm 0,11$  (I.C. a 0,05%). Das amostras analisadas, 97,1% encontram-se dentro da norma vigente que é de 3,3 a 4,6 (BRASIL, 2000).

PAMPLONA (1989) analisando amostras de méis

brasileiros encontrou valores variando de 3,1 a 5,3, obtendo 3,81 como valor médio de pH, semelhantes aos do presente trabalho. MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 3,2 e 3,6 para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

A acidez das 34 amostras de méis analisadas (Quadro 2) apresentaram valores variando de 6,0 a 46,0  $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$  com média de  $21,47 \pm 3,47 \text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$  (I.C. a 0,05%), estando todas as amostras em conformidade com a norma vigente que é de no máximo 50  $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

CAMPOS (1998) analisando amostras de méis brasileiros encontraram valores variando de 8,2 a 50,0  $\text{meq}\cdot\text{kg}^{-1}$ . MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 30,1 e 33,8 para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

Os valores encontrados para o índice de formol das 34 amostras de méis analisadas variaram de 3,5 a 19,0 (Quadro 2) com um valor médio de  $9,37 \pm 1,53 \text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (I.C. a 0,05%), que está dentro de norma vigente que é de 4,5 a 15,0  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (BRASIL, 2000). Obteve-se 14,7% das amostras analisadas fora dos limites da legislação vigente.

KOMATSU (1996) analisando amostras de méis do Estado de São Paulo encontrou para o índice de formol os seguintes valores médios: 13,9  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (mel de cana-de-açúcar), 6,9  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (mel de flores silvestres), inferior aos 9,37  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  observados neste trabalho, 6,9  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (mel de flores de eucalipto), 6,3  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (mel de flores de laranjeira). MARCHINI (2001) em análises de méis de diferentes municípios de São Paulo encontrou valores médios de 10,1 e 6,9  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

No conteúdo de açúcares redutores das 34 amostras analisadas (Quadro 2) encontrou-se variação de 66,7 a 78%, com valor médio de  $73,1 \pm 1,1\%$  (I.C. a 0,05%). A norma vigente estabelece um valor mínimo de 65% (BRASIL, 2000); não apresentando, o presente trabalho, nenhuma amostra abaixo deste valor.

Os valores obtidos estão próximos aos encontrados por KOMATSU (1996) que em méis de diferentes origens florais do Estado de São Paulo apresentou

**Quadro 2. Teor de pH, acidez, índice de formol, açúcares, redutores e sacarose em amostras de mel, coletadas de maio/2001 a abril/2002, em áreas de cerrado do município de Pirassununga,SP**

Amostra	pH	Acidez meq.kg <sup>-1</sup>	Ind. Formol mg.kg <sup>-1</sup>	Aç. Redutores (%)	Sacarose (%)
1	3,77	25	9	70,1	2,8
2	3,73	29	10	70,7	1,6
3	4,45	33	9,5	73,4	2,3
4	3,99	31	13,5	76,3	2,4
5	4,02	32	11	76,4	1,7
6	3,71	21	10	72,5	1,1
7	3,27	14,5	4	76,2	0,9
8	3,30	19	5,5	77,0	1,0
9	3,78	22,5	6	75,9	1,4
10	3,67	19	4,5	77,6	1,6
11	3,85	11,5	5	69,6	6,5
12	3,42	13	3,5	70,1	4,8
13	3,38	11,5	4	68,7	5,9
14	3,37	12	4,5	71,7	5,3
15	3,53	12	5,5	72,0	4,5
16	3,55	13	6	73,7	3,2
17	3,96	8,5	8	76,7	1,0
18	3,51	9	6,5	77,0	1,6
19	4,12	18	8	78,0	0,9
20	4,17	17	15	75,7	1,8
21	3,96	17	9,5	76,9	1,2
22	3,98	19	5,5	66,7	11,4
23	4,08	15	9	69,4	10,5
24	3,95	19,5	7	72,0	8,7
25	4,01	19	16	68,9	8,2
26	4,04	25,5	17,5	69,1	6,6
27	4,27	31	12,5	72,3	5,9
28	4,45	35	10	68,1	11,0
29	4,44	22,5	11	73,9	6,9
30	3,95	6	14,5	69,2	9,0
31	3,78	17	4	75,5	0,2
32	4,25	46	18	73,3	10,3
33	4,26	45	19	74,7	7,3
34	4,19	41	16	76,2	8,4
Média	3,89	21,47	9,37	73,10	4,53
D. P.	0,335	10,311	4,558	3,283	3,514
I. C.					
0,05%	0,113	3,466	1,532	1,104	1,181
Máximo	4,45	46	19	78,0	11,4
Mínimo	3,27	6	3,5	66,7	0,2

DP = Desvio Padrão; IC = Intervalo de Confiança

variações de 53,2 a 80,3%; CAMPOS (1998) em méis de Minas Gerais com 60,4 a 77,1% e MARCHINI (2001) com médias de 72,6 e 72,3% para méis de flores silvestres e de eucalipto, respectivamente.

A porcentagem de sacarose das 34 amostras analisadas (Quadro 2) variou de 0,2 a 11,4%; com valor

médio de  $4,5 \pm 1,2\%$  (I.C. a 0,05%). A norma vigente estabelece um valor máximo de 6% (BRASIL, 2000), com exceção ao mel de melato cujo valor máximo é de 15%. O presente trabalho apresenta 35,3% das amostras acima de 6% de sacarose. KOMATSU (1996) observou valores de até 11,8% em amostras de méis do Estado de São Paulo; SODRÉ (2000) e MARCHINI



(2001) obtiveram 2,4% de sacarose em suas análises, valor esse inferior ao deste trabalho.

Os valores de minerais (macro e micro elementos) obtidos nas amostras analisadas apresentaram grande variação, possivelmente devido ao fato das amostras terem sido colhidas ao longo de um ano, sendo oriundas de diferentes floradas, em dois locais, cuja flora levantada por ALMEIDA (2002) apresentou-se bastante distinta (Quadro 3).

O teor médio de fósforo foi de 71,84 mg.kg<sup>-1</sup>, havendo, entretanto, uma grande variação entre os teores das amostras (20,34 a 284,56 mg.kg<sup>-1</sup>), sendo superior à média de 2,54 mg.kg<sup>-1</sup> encontrada por PAMPLONA (1989) em amostras de méis de eucaliptos. MARCHINI (2001) encontrou teor médio de fósforo 35,82 mg.kg<sup>-1</sup> para méis de eucaliptos e 16,65 mg.kg<sup>-1</sup> para méis silvestres.

O potássio foi o elemento encontrado em maior quantidade (média de 3315 mg.kg<sup>-1</sup>; variação de 61 a 11500 mg.kg<sup>-1</sup>) quando comparado aos demais minerais, fato também registrado por MARCHINI (2001). GOMEZ *et al.* (1993) obtiveram média de 285,6 mg.kg<sup>-1</sup> de potássio em amostras de méis de eucaliptos, teores esses muito inferiores às quantidades encontradas nas amostras de méis, do presente experimento.

Cálcio foi o segundo elemento encontrado em maior quantidade nas amostras, com uma média de 155,96 mg.kg<sup>-1</sup> (69,5 a 385,5 mg.kg<sup>-1</sup>). GOMEZ *et al.* (1993) encontraram os teores de 155 mg.kg<sup>-1</sup> de cálcio em amostras de méis de eucaliptos e MARCHINI (2001) encontrou média de 187,7 mg.kg<sup>-1</sup> (55 a 301 mg.kg<sup>-1</sup>) para méis de eucaliptos e 46,18 mg.kg<sup>-1</sup> (1 a 202 mg.kg<sup>-1</sup>) para méis silvestres.

A quantidade média de magnésio presente nas amostras foi de 116,5 mg.kg<sup>-1</sup> (24,5 a 460,75 mg.kg<sup>-1</sup>). Esse mineral foi o terceiro elemento obtido em maior quantidade nas amostras de méis. Para MARCHINI (2001) a média de magnésio foi de 128,74 mg.kg<sup>-1</sup> (31 a 270 mg.kg<sup>-1</sup>) para méis de eucaliptos e 65,45 mg.kg<sup>-1</sup> (11 a 286 mg.kg<sup>-1</sup>) para méis silvestres.

O valor médio de cobre presente nas amostras de méis foi 0,63 mg.kg<sup>-1</sup> (0,07 a 1,22 mg.kg<sup>-1</sup>) sendo inferior aos valores obtidos por SHAVONOV e IBRISHINOV (1975), que encontraram valores de 1,81 a 8,15 mg.kg<sup>-1</sup> em amostras de méis de diferentes origens florais. GOMEZ *et al.* (1993) obtiveram valores médios de 1,738 mg.kg<sup>-1</sup> de cobre em amostras de méis de eucaliptos e MARCHINI (2001) obteve valores médios nas amostras de méis de eucaliptos de 0,34 mg.kg<sup>-1</sup> (0,2 a 0,6 mg.kg<sup>-1</sup>) e de 0,32 mg.kg<sup>-1</sup> para silvestres (0,1 a 2,0 mg.kg<sup>-1</sup>).

Para o ferro foi encontrado o valor médio de 12,3 mg.kg<sup>-1</sup> (6,61 a 52,94 mg.kg<sup>-1</sup>). Esses valores foram superiores aos obtidos por GOMEZ *et al.* (1993) e MARCHINI (2001).

O manganês esteve presente na quantidade média de 5,03 mg.kg<sup>-1</sup> (0,83 a 17,24 mg.kg<sup>-1</sup>), resultado inferior ao obtido por MARCHINI (2001) com média de 8,43 mg.kg<sup>-1</sup> para méis de eucaliptos.

O zinco ocorreu na quantidade média de 1,89 mg.kg<sup>-1</sup> (0,68 a 4,24 mg.kg<sup>-1</sup>) para os méis de eucaliptos e 5,45 mg.kg<sup>-1</sup> (1,20 a 48,30 mg.kg<sup>-1</sup>) para os méis silvestres. O teor de zinco encontrado foi superior à quantidade de 0,09 mg.kg<sup>-1</sup> encontrado por PAMPLONA (1989), ao analisar amostras de méis de *Eucalyptus*; porém, foi inferior a quantidade média (2,65 mg.kg<sup>-1</sup> para os méis de eucaliptos e 5,45 mg.kg<sup>-1</sup> para os méis silvestres) encontrada por MARCHINI (2001).

O sódio foi encontrado na quantidade média de 30,9 mg.kg<sup>-1</sup> (5 a 80 mg.kg<sup>-1</sup>). GOMES *et al.* (1993) encontraram a quantidade média de 77,7 mg.kg<sup>-1</sup> de sódio em amostras de méis de eucaliptos na Espanha e MARCHINI (2001) obteve média de 71,98 mg.kg<sup>-1</sup> (23,7 a 212,5) para méis de eucaliptos e 49,31 mg.kg<sup>-1</sup> (14,95 a 202,4) para méis silvestres. PAMPLONA (1989) cita que o tipo de clima de cada região influencia no conteúdo mineral do mel e, que amostras de méis provenientes de locais com solo do tipo latossolo roxo eutrófico, apresentaram menores quantidades de ferro e manganês, do que amostras provenientes de solos formados por rochas ácidas e alcalinas.

**Quadro 3. Teor de minerais (mg.kg<sup>-1</sup>) em amostras de mel, coletadas de maio/2001 a abril/2002, em áreas de cerrado do município de Pirassununga,SP**

Amostra	P	Ca	Zn	Cu	Mn	Mg	Fe	K	Na
1	73,54	224,25	2,07	1,38	10,95	107,25	12,51	7250	55
2	108	173,8	2,69	0,9	4,41	161,25	52,94	2750	55
3	284,56	329,25	3,3	1,45	8,85	460,75	20,87	11500	60
4	79,66	207,25	3,36	0,5	7,78	141,5	14,91	6000	45
5	106	169,6	1,84	0,68	8,63	169,37	14	5000	70
6	150	157,1	3,09	0,68	6	230	20,07	3500	80
7	25,52	83,25	1,59	0,28	1,61	29,75	7,35	5150	5
8	44,82	83,25	1,35	0,73	1,7	54,75	8,04	6000	15
9	52,35	105,25	1,38	0,96	2,12	66,5	8,6	1250	20
10	41,05	77,75	1,22	0,53	1,38	38,75	7,33	1000	10
11	22,69	82,5	0,74	0,15	1,75	28,25	7,48	1250	10
12	25,99	104,75	1,04	0,09	2,18	34,75	7,27	4000	15
13	22,22	81,5	0,68	0,08	1,52	24,5	6,61	1000	10
14	19,87	83	0,85	0,06	1,42	25,75	6,69	750	5
15	20,34	79,75	0,93	0,39	0,83	24,25	7,05	61	5
16	30,23	85	2,6	0,07	1,15	35,5	7,38	750	5
17	23,16	86,75	1,23	0,46	0,87	25,25	7,89	250	5
18	39,2	69,5	0,95	0,22	2,13	33,94	9,13	1000	35
19	20,34	108,75	1,15	0,31	1,64	25,65	11,7	1250	5
20	25,05	111,5	1,07	0,35	2,33	36,65	10,65	1750	15
21	30,23	91,75	1	0,41	1,53	32,35	9,13	1250	10
22	33,06	104,5	1,23	0,47	2	36,65	12,5	1500	20
23	23,64	84,25	1,06	0,44	1,48	28,4	9,63	1000	20
24	33,52	91,5	1,24	0,49	1,91	37,65	12,03	1750	30
25	77,31	169,25	1,91	0,84	5,85	116,25	18,95	2750	50
26	63,18	140,5	1,95	0,72	4,7	98,5	12,93	2000	40
27	107,44	232	2,32	0,89	9,41	206,75	9,68	3750	30
28	195,11	385,5	3,42	1,37	17,24	420	10,35	6000	55
29	131,45	277,75	2,76	1,11	10,86	266,5	14,35	4250	30
30	89,08	175,75	2,25	0,8	6,48	150	11,78	3000	30
31	36,35	78,75	1,37	0,38	2,39	26,95	6,83	1250	15
32	168,74	320,25	4,24	1,14	13,41	267	15,5	7750	70
33	166,86	345,5	3,69	1,22	13,85	298,75	15,98	7750	75
34	158,38	301,5	2,72	0,72	10,62	221	10,29	7250	50
Média	71,83515	155,9559	1,890882	0,625588	5,028824	116,5032	12,30588	3315,029	30,88235
D. P.	63,92112	92,69215	0,975259	0,397494	4,514727	117,9678	8,17931	2770,302	23,46728
I. C.									
0,05%	21,48584	31,15666	0,327814	0,13361	1,517538	39,65258	2,749316	931,1831	7,88807
Máximo	284,56	385,5	4,24	1,45	17,24	460,75	52,94	11500	80
Mínimo	19,87	69,5	0,68	0,06	0,83	24,25	6,61	61	5

D.P. = Desvio Padrão; IC = Intervalo de Confiança

### CONCLUSÕES

As médias das características físico-químicas analisadas, das amostras de méis, se enquadram nos padrões das normas em vigor no país. Porém, um número representativo de amostras individuais apresentaram resultados divergentes destas normas,

demonstrando a necessidade da revisão dos valores estipulados, para as características adotadas na classificação do mel brasileiro.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa de Mestrado

(Processo 99/12818-9). A Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP/Pirassununga-SP pela permissão da utilização das áreas de cerrado para o desenvolvimento da pesquisa, e ao professor Dr. Marcus Antonio Zanetti, professora Dra. Catarina Abdalla Gomide e Dr. José Aparecido Cunha, desta mesma instituição, pelo auxílio na realização das análises de minerais dos méis.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGANIN, A. F. Electrical conductivity of several unifloral honeys. *Trudy Saratovskogo Zootehnicheskogo Inatituta*, v.21, p.137-144, 1971. /Resumo em Apicultural Abstracts, v. 25, n. 1, p.144, 1973/.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL COUNCIL. *Official methods of Analysis*. 15.ed. 1990.
- ATAGO Co. Ltda. Refratômetro para mel. *Abelhas*, v. 31, n. 362/363, p.9, 11-12, 41,44, 1988. /Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, 1987-89.
- BATH, P. K.; SINGH, N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. *Food Chem., Barking*, v. 67, n. 4, p. 389-397, 1999.
- BIANCHI, E. M. Control de calidad de la miel. *Santiago del Estero: Arte*, 1986. p. 87.
- BOLETÍN OFICIAL ESPAÑOL. Orden de 12 de junio de 1986, de la Presidencia del Gobierno por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis para la miel. *B.O.E.* v.145, n.18, 1986.
- BOGDANOV, S. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. *Bee World, Buckinghamshire*, v. 80, n. 2, p. 61-69, 1999.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa 11, Diário Oficial, 20 de outubro de 2000. Seção 1, p.19696-19697. Aprova as Normas o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel.
- CAMPOS, G. Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 178 f. Tese de Doutorado.
- COPERSUCAR Métodos Analíticos. In: COPERSUCAR. *Manual de Controle Químico da Fabricação de Açúcar*. Piracicaba: Copersucar, 1987. p.1-51
- CORNEJO, L. G. Tecnologia de miel. In: SEEMANN, P.; NEIRA, M. (Ed). *Tecnologia de la produccion apicola*. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, 1988. p.145-171.
- COSTA, L. S. M.; ALBUQUERQUE, M. L. S.; TURGO, L. C. et al. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin brazilian honeys. *Food Chem., Barking*, v. 65, p. 347-352, 1999.
- CRANE, E. *Bees and beekeeping-science, practice and world resources*. Neinemann. Newnes, 1990. 614 p.
- CRANE, E. *Honey: a comprehensive survey*. London: Heinemann, 1975. 608 p.
- DAYRELL, I. O.; VITAL, N. C. Comparação entre dois métodos oficiais para determinação de hidroximetilfurfural (HMF) em mel brasileiro. *Ci. Tecnol. Alim.*, v. 11, n. 1, p.137-141, 1991.
- DURÁN, J.E.T.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; ISSA, M.R.C. et al. Méis brasileiros: resultados de análises físico-químicas e palinológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., Teresina, 1996. *Anais...* Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura. 1996, p. 403-429.
- FRÍAS, I.; HARDISSON, A. Estudio de los parámetros analíticos de interés en la miel. II. Azúcares, cenizas y contenido mineral y color. *Alimentaria*, v.28, n. 235, p.41-43, 1992.
- GOMEZ, M. E. M.; HERNANDEZ, E. G.; GOMEZ, J. Y M. et al. Physicochemical analysis of Spanish commercial Eucalyptus honeys. *J. Apic. Res., Bucharest*, v. 32, n. 3/4, p.121-126, 1993.
- INTERNATIONAL TRADE FORUM Upswing in the honey market. *International Trade Forum*, v.13, n.3, p.21-31, 1977. /Resumo em Apicultural Abstracts, v.30, n.3, p.214, 1979.
- KOMATSU, S. S. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) de diferentes municípios de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, 1996. 89 f. Tese de Doutorado.
- LASCEVE, G.; GONNET, M. Analyse por radioactivation du contenu mineral d'un miel. Possibilité de preciser son origine. *Apidologie, Paris*, v. 5, n. 3, p.201-223, 1974.
- MARCHINI, L. C. Caracterização de amostras de méis

- de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos e biológicos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 2001. 83 f. Tese de Livre Docência
- MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S.; MORETI, A.C.C.C. Mel Brasileiro: composição e normas. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004. 111 p.
- McGREGOR, S.E. La apicultura en los Estados unidos. México: Limusa, 1979. 93 p.
- MORAES, R. M. ;TEIXEIRA, E. W. Análise do mel (Manual técnico). Pindamonhangaba: 1998. 41 p.
- MORAES, R. M. de Análise de mel (Manual técnico). 1.ed. Pindamonhangaba: Centro de Apicultura Tropical, IZ/SAA, 1994. s.n.p.
- ORTIZ, V. A. The ash content of 69 honey samples from La Alcarria and neighbouring areas, collected in the period 1985-87. Cuadernos de Apicultura, n. 5, p.8-9, 1988. Resumo em Apicultural Abstracts, v. 40, n. 4, p.360, 1989.
- PAMPLONA, B. C. Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Biociências, 1989. 131 f. Dissertação de Mestrado.
- PREGNOLATO, W. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. In PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. (Coord). 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p. v.1.
- SALINAS, F.; ESOINOSA-MANSILLA, A. BERZAS-VEVADO, J.J. Flow-injection determination of HMF in honey by Winkler method. Fresenius. J. Anal. Chem., v. 340, n. 4, p. 250-252. 1991.
- SEEMANN, P.; NEIRA, M. Tecnología de la producción apícola. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988. 202 p.
- SHAVONOV, M., IBRISHIMOV, N. Assessment of trace elements in the environment on the basis of honey foraging activity. Acta Microbiologica, Virologica et Immunologica, v.2, p.105-108, 1975. / Resumo em Apicultural Abstracts, v.28, n.4, p.176, 1977.
- SIMAL, J.; HUIDOBRO, J. Parámetros de qualidade de la miel III. Acidez (pH, libre, lactónica & total) e índice de formol. Offarm, v. 3 , n. 9, p. 532, 1984.
- SODRÉ, G. da S. Características físico-químicas e análises polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) da região litoral norte do Estado da Bahia. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 2000. 83 f. Dissertação de Mestrado.
- STEFANINI, R. Variability and analysis of Italian honeys. Apiacta, v. 19, n. 4, p.109-114. 1984.
- VERÍSSIMO, M. T. da L. Saiba o que é o HMF. Apicultura no Brasil, v. 4, n. 24, p.31, 1988.
- VERMEULEN, L.; PELERENTS, C. Suiker, fosfor en ijzerghalte van Belgische Honing. Medel. Landbouwhoges. Gent., v. 30, n. 2, p. 527-541, 1965.
- VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações. Barretos: Instituto Tecnológico Científico "Roberto Rios", 1984. 95 p.
- WHITE JUNIOR, J. R. Honey. In: The hive and honeybee. Hamilton: Dadant, 1976, p.491-530.
- WHITE JÚNIOR, J. W. Honey. Adv. Food Res.. v.22, p. 287-374, 1978.
- WHITE JÚNIOR, J. W. Methods for determinung carbohydrates, hydroxymetilhyfurfural and proline in honey; Collaborative study. J of the.Assoc.of Off. Anal. Chem., Arlington, v. 62, n. 3, p.515-526, 1979.