Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

**Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel
de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase
em *Melipona* Illiger, 1806**

Bruno de Almeida Souza

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

Piracicaba

2008

Bruno de Almeida Souza

Engenheiro Agrônomo

**Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas
sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em
Melipona Illiger, 1806**

Orientador:

Prof. Dr. LUIS CARLOS MARCHINI

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

Piracicaba

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Souza, Bruno de Almeida

Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona* Illiger, 1806 / Bruno de Almeida Souza. - - Piracicaba, 2008.
107 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Controle de qualidade 2. Mel – Propriedades físico-químicas 3. Microbiologia de alimentos I. Título

CDD 638.16

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

Aos meus pais, Emidio e Norka, e a minha
irmã Guacira por todo amor, carinho e atenção
em todas as etapas de minha vida;

A Melissa pelo companheirismo, confiança e
apoio durante todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, pelo apoio concedido por meio de sua estrutura, em especial ao Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos Marchini pela orientação, confiança, amizade e apoio em todos os momentos.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia pelos ensinamentos transmitidos e agradável convivência.

À Dra. Augusta Moreti pela amizade, apoio e colaboração para o desenvolvimento do trabalho.

À doutoranda Joseane Sereia (UEM, Maringá-PR) pela orientação para realização das análises microbiológicas.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias e à doutoranda Melissa Lombardi Oda pelo auxílio nas análises estatísticas e revisão da tese.

Ao Prof. Dr. Evoneo Berti Filho pela correção dos Abstracts.

Aos amigos e integrantes do GP Insecta do CCAAB/UFRB, Cruz das Almas-BA, pelo apoio e colaboração durante a condução das atividades, especialmente ao Prof. Carlos Alfredo Carvalho, Prof. Oton Marques, Geni Sodré, Rogério Alves, Cerilene Machado, Lana Clarton e Carleandro Dias.

Aos colegas e amigos de curso, e funcionários do Setor de Entomologia pelo convívio, amizade e apoio, em especial aos companheiros do Laboratório de Insetos Úteis: Daniela, José Wilson e Vitor; aos egressos e aos recém incorporados ao grupo, Anna Frida, Lorena e Luzimário, meus votos de sucesso.

À minha família baiana (espalhada por esse Brasil), e à minha nova família paranaense que me acompanharam durante esta etapa.

Aos amigos Luis C. Marchini, Mena e Bruno; Décio e Berna; Fernando, Natacha e Matheus; Amancio e Tais; Edmilson e Jurema; Marcelo Miranda, Luana, Patrícia Milano, Raquel Chagas, Wyratan, Kiára e Vagner Toledo.

Aos amigos baianos que me acolheram e contribuíram para uma rápida adaptação a Piracicaba, e fizeram a Bahia um pouco mais próxima.

À Dra. Patricia Vit (Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela) por todo apoio e confiança depositada, e pelo convênio firmado junto à CDCHT-ULA que possibilitou a nossa participação nos eventos "Taller Evaluación Sensorial de Miel de Abejas sin Aguijón" e "Taller Cría de Abejas sin Aguijón" realizados em Mérida, Venezuela.

Às bibliotecárias da ESALQ pela convivência, em especial a Eliana Maria Garcia pelo auxílio na revisão das normas de publicação de tese.

À FAPESP pelos auxílios concedidos para aquisição de equipamento e reagentes que permitiram o desenvolvimento da pesquisa em Piracicaba.

À FAPESB pelo suporte e auxílios concedidos no Estado da Bahia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos que tornou possível a realização deste doutorado.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a finalização desta etapa, agradeço.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Aproveito este espaço para contar um pouco da minha trajetória com as abelhas, mas também para falar sobre as atividades desenvolvidas e possibilidades surgidas no decorrer do curso de Doutorado, informações estas que normalmente passam despercebidas. Nascido em Salvador, tive meu primeiro contato com as abelhas com pouco mais de 12 anos por iniciativa de meu pai, que nesta época já era um entusiasta pela atividade e possuía conhecimentos práticos. Alguns anos após, fizemos nosso primeiro curso de iniciação em apicultura para consolidar as nossas experiências práticas e as informações obtidas em literatura. Terminei por cursar a graduação em Engenharia Agrônômica na Escola de Agronomia da UFBA, atualmente Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Foi um período de crescimento em que me envolvi com atividades de iniciação científica, em outras áreas que não apicultura. Já no mestrado, me foi dada a oportunidade de trabalhar com um grupo de abelhas até então novo para mim, os meliponíneos, e de ter como orientador o Prof. Dr. Carlos Alfredo Carvalho, pessoa que me direcionou para o futuro curso de doutorado na USP, dando continuidade à linha de pesquisa iniciada no mestrado. Em 2004 iniciei o meu doutoramento na ESALQ/USP sob orientação do Prof. Dr. Luis Carlos Marchini. Fazendo um balanço desta última etapa, além do desenvolvimento das atividades regulares do programa tive a oportunidade de me envolver com a formulação de projetos de pesquisa para agências de fomento, de participar de eventos nacionais e internacionais, de publicar artigos científicos e de consolidar parcerias de trabalho no Brasil e no exterior. Em síntese, este período de doutorado que se encerra (2004 - 2008) pode ser representado em números por: quatro cursos realizados como formação complementar, quatro premiações em eventos científicos, nove trabalhos publicados em periódicos (alguns submetidos antes de ingressar no doutorado), quatro livros, três capítulos de livros, três cartilhas, dois textos em revista de divulgação, quatro trabalhos completos publicados em anais de congressos, 40 resumos, 17 trabalhos apresentados e participação em 12 eventos técnico-científicos; além do envolvimento em atividades de monitoria junto a disciplinas de graduação, treinamento este fundamental para uma futura atividade de docência. Acredito que todas estas amizades feitas, parcerias consolidadas, atividades desenvolvidas e produções decorrentes do doutorado contribuirão de forma substancial e decisiva para esta nova etapa que se inicia em minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
Referências	13
2 COMPOSIÇÃO DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO: ESTABELECENDO REQUISITOS DE QUALIDADE	15
Resumo	15
Abstract.....	15
2.1 Introdução.....	16
2.2 Abelhas nativas sem ferrão e meliponicultura no mundo	17
2.3 Como nomear o mel de abelhas sem ferrão?.....	21
2.4 Estudos sobre a composição do mel de meliponíneos.....	22
2.4.1 Métodos	22
2.4.2 Critérios de qualidade.....	22
2.5 Conclusões.....	33
Referências	34
3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINAE) DO ESTADO DA BAHIA.....	40
Resumo	40
Abstract.....	40
3.1 Introdução.....	41
3.1.1 O mel dos meliponíneos	41
3.2 Material e Métodos.....	43
3.3 Resultados e Discussão.....	46
3.3.1 Umidade	50
3.3.2 Atividade diastásica.....	50
3.3.3 pH, acidez e índice de formol.....	51
3.3.4 Cinzas	52
3.3.5 Cor	53

3.3.6 Viscosidade.....	54
3.3.7 Condutividade elétrica.....	54
3.3.8 Açúcares Redutores Totais, Açúcares Redutores e Sacarose.....	55
3.3.9 Hidroximetilfurfural (HMF).....	56
3.3.10 Proteínas	57
3.3.11 Atividade de água (a_w).....	57
3.3.12 Análise de Componentes Principais e Agrupamento	60
3.4 Considerações finais	74
Referências	75
4 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINAE) DO ESTADO DA BAHIA.....	83
Resumo	83
Abstract.....	83
4.1 Introdução.....	84
4.1.1 O mel das abelhas sem ferrão	85
4.1.2 Microbiota do mel	86
4.2 Material e Métodos.....	87
4.3 Resultados e Discussão.....	92
4.4 Conclusões.....	98
Referências	99
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	106

RESUMO

Caracterização físico-química e qualidade microbiológica de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) do Estado da Bahia, com ênfase em *Melipona* Illiger, 1806

O mel das abelhas sem ferrão é um produto que tem apresentado uma demanda crescente de mercado mas que, a despeito de seu consumo com fins alimentares e até mesmo medicinais, ainda possui poucos estudos que possibilitem definir padrões de qualidade para a sua comercialização. Este trabalho teve por objetivo determinar as características físico-químicas e a qualidade microbiológica de amostras de mel produzido por espécies de meliponíneos do Estado da Bahia, contribuindo para o estabelecimento de normas para controle de qualidade deste produto. Quarenta e sete amostras colhidas de dezembro de 2004 a maio de 2006 foram analisadas, sendo determinadas as suas características físico-químicas e qualidade microbiológica, relacionada à contagem padrão de bolores e leveduras, e presença de microrganismos do grupo coliforme. Com relação às características físico-químicas, os valores médios obtidos, excetuando-se a umidade, atenderam aos critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação brasileira. Considerando individualmente o número de amostras desclassificadas, ajustes nos limites de açúcares redutores devem ser feitos para melhor atender aos requisitos do mel dos meliponíneos, bem como em relação à utilização da atividade diastásica no mel de *Melipona* como critério de qualidade. Nas análises microbiológicas, 53,2% das amostras apresentaram contagem padrão para bolores e leveduras acima do máximo permitido pela Legislação brasileira. Para microrganismos do grupo coliforme somente uma amostra foi positiva para coliformes a 35°C. A presença destes microrganismos, principalmente bolores e leveduras, mesmo em amostras colhidas assepticamente indica a necessidade de identificação desta microbiota e sua possível ocorrência natural no mel produzido por este grupo de abelhas.

Palavras-chave: Qualidade do mel; Meliponicultura; Controle de qualidade; Bolores e leveduras; Grupo coliforme; Características físico-químicas

ABSTRACT

Physico-chemical characterization and microbiological quality of stingless bees (Apidae, Meliponinae) honey samples from the State of Bahia, Brazil, with emphasis on *Melipona* Illiger, 1806

The stingless bees honey is a product presenting a growing market demand but, in spite of its consumption as food and even medicinal use, there are few studies to define quality standards for its commercialization. This work was carried out to determine the physico-chemical characteristics and microbiological quality of honey samples produced by meliponid species from Bahia State, Brazil, contributing to the establishment of quality control standards of this product. Forty-seven samples collected from December 2004 to May 2006 were analyzed, being determined their physico-chemical characteristics and microbiological quality, regarding to the standard counting of moulds and yeasts, and presence of microorganisms of the coliform group. Concerning the physico-chemical characteristics, the obtained medium values, excepting moisture content, fulfill the quality criteria established by the current Brazilian Legislation. Considering the number of samples individually disqualified, adjustments in reducing sugars limits should be made for best attend to the requirements of meliponid honey, as well as the use of the diastasic activity in the *Melipona* honeys as quality criterion. In the microbiologic analyses, 53.2% of the honey samples presented standard counting for moulds and yeasts above the maximum value allowed by the Brazilian Legislation. For microorganisms of the coliform group only one sample was positive for coliform at 35°C. The presence of these microorganisms, mainly moulds and yeasts, even in samples aseptically harvested indicates the need of identification of this microbiota and its possible natural occurrence in the honey produced by this group of bees.

Keywords: Honey quality; Meliponiculture; Quality control; Moulds and yeasts; Coliform group; Physico-chemical characteristics

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, até o século XIX, a única fonte de mel eram as abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponinae), que se destacavam também como fornecedoras da cera utilizada para a confecção de velas pelos jesuítas (HOLLANDA, 1946).

Estas abelhas destacam-se dentro de um grupo de insetos responsáveis por cerca de 38% da polinização das plantas floríferas nas regiões tropicais, e são representadas por vários gêneros e centenas de espécies em toda a região tropical do mundo, bem como nas regiões subtropicais do hemisfério sul (MICHENER, 2000; KERR et al., 2001; BIESMEIJER; SLAA, 2006).

A criação destas abelhas pelo homem tem sido atividade praticada desde o período pré-colombiano na região Neotropical (KEVAN, 1999), principalmente para a obtenção de produtos com fins alimentícios, comerciais e religiosos (POSEY, 1983; DeFOLIART, 1999; RODRIGUES, 2005; ALMEIDA, 2007). Uma perspectiva geral sobre a meliponicultura mundial e a utilização dos produtos dessas abelhas é apresentada por Cortopassi-Laurino et al. (2006) e para o Estado da Bahia por Costa-Neto (2002).

Embora seja uma atividade tradicional, e o Brasil possuir cerca de 192 espécies de meliponíneos (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002), a européia *Apis mellifera*, espécie introduzida no período colonial para fins de apicultura, ainda é a mais conhecida entre os brasileiros (SANTOS, 2002). Mesmo no México, onde foi desenvolvida uma estreita relação entre o povo Maya da região de Yucatán e as abelhas sem ferrão, esta atividade tem mostrado um grande decréscimo, inclusive com a descontinuidade na transmissão do conhecimento tradicional referente ao manejo destas abelhas, devido principalmente à destruição dos ambientes em que ocorrem (CAIRNS, 2002; VILLANUEVA-GUTIERREZ; ROUBIK; COLLI-UCÁN, 2005).

Ainda hoje a criação destas abelhas vem sendo desenvolvida no Brasil, principalmente entre pequenos produtores, merecendo especial destaque a criação das espécies pertencentes a *Melipona* Illiger, 1806 (ALVES, 1996), gênero exclusivamente Neotropical e que possui cerca de 23% das suas espécies presentes na região Nordeste do Brasil (ZANELLA, 2000; LIMA-VERDE; FREITAS, 2002). Embora distante da padronização alcançada na criação das abelhas *A. mellifera*, a visão de exploração racional das abelhas nativas está na mente de criadores muito antes do domínio da multiplicação racional das mesmas, existindo atualmente um grande número de

espécies “domesticadas” (CARVALHO-ZILSE, 2006), trazendo benefícios ambientais e sócio-econômicos onde é desenvolvida (SILVA; LAGES, 2001; ALVES et al., 2006).

Atualmente a atividade tem passado por um “redescobrimto”, coincidindo com o aumento no número de estudos sobre aspectos da biologia e comportamento, como também, daqueles que visam a caracterização dos produtos das colônias em relação a seus constituintes nutricionais e farmacológicos (SOUZA, 2007), sendo a caracterização do mel uma das principais vertentes de trabalho.

Estes trabalhos de caracterização têm objetivado, dentre outras coisas, auxiliar na definição de parâmetros de qualidade e estratégias de comercialização do mel produzido por meliponíneos, com consequência direta sobre o manejo e desenvolvimento da criação, exploração racional e preservação destas espécies. Estas definições são importantes quando se considera que o método de colheita mais comumente utilizado em sistemas tradicionais ainda consiste na perfuração dos potes de mel e no seu escoamento pelo interior do cortiço (SOUZA, 2007). Neste sentido, propostas para Boas Práticas de Fabricação para mel de abelhas sem ferrão foram sugeridas por Fonseca et al. (2006).

A importância destes estudos é reforçada ainda pelo aumento na procura dos méis dos meliponíneos com fins alimentares e medicinais, e pela popularização da criação destas abelhas, recentemente regulamentada pelo CONAMA por meio da Resolução nº 346, de 06 de julho de 2004. Assim, o conhecimento das características do mel produzido por espécies destas abelhas poderá auxiliar na definição de parâmetros de qualidade para este produto, além de inibir a propagação de produtos falsificados no mercado, garantindo ao consumidor um produto de qualidade.

Desta forma, este trabalho teve o objetivo de auxiliar no conhecimento do mel produzido por espécies de abelhas sem ferrão do Estado da Bahia, com ênfase às pertencentes a *Melipona*, por meio da caracterização físico-química (Capítulo 3) e microbiológica (Capítulo 4) de amostras de mel. Ainda, devido às demandas de informações sobre as características deste mel, inclusive em nível internacional por meio da *International Honey Commission* (IHC), foi publicado o artigo “Composition of stingless bee honey: setting quality standards” (SOUZA et al., 2006), sendo uma versão deste material apresentada na íntegra no Capítulo 2.

Referências

- ALMEIDA, A.V. de. Insetos brasileiros comentados pelos cronistas coloniais: séculos XVI e XVII. **Sitientibus. Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v. 7, p. 113-124, 2007.
- ALVES, R.M.O. Meliponicultura: aspectos práticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. **Anais ...** Teresina: CBA, 1996. p. 95-98.
- ALVES, R.M.O.; JUSTINA, G.D.; SOUZA, B.A.; DIAS, C.S.; SODRÉ, G.S. Criação de abelhas nativas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae): autosustentabilidade na comunidade de Jóia do Rio, município de Camaçari, Estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 18, p. 221-228, 2006.
- BIESMEIJER, J.C.; SLAA, J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. **Apidologie**, Versailles, v. 37, p. 240-258, 2006.
- CAIRNS, C.E. **Effects of invasive Africanized honey bees (*Apis mellifera scutellata*) on native stingless bee populations (Meliponinae) and traditional mayan beekeeping in Central Quintana Roo, Mexico**. 2002. 111 p. Thesis (Master of Science in Environmental Studies) - Florida International University, Miami, 2002.
- CARVALHO-ZILSE, G.A. Meliponicultura na Amazônia. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 7., 2006, Ribeirão Preto. **Anais ...** Ribeirão Preto: USP, FFCLRP, 2006. 1 CD-ROM.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; ROUBIK, D.W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G.C.; EARDLEY, C. NOGUEIRA-NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, Versailles, v. 37, p. 275-292, 2006.
- COSTA-NETO, E.M. The use of insects in folk medicine in the State of Bahia, Northeastern Brazil, with notes on insects reported elsewhere in Brazilian folk medicine. **Human Ecology**, New York, v. 30, p. 245-263, 2002.
- DeFOLIART, G.R. Insects as food: why the western attitude is important. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 44, p. 21-50, 1999.
- FONSECA, A.A.O.; SODRÉ, G.S.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A.; CAVALCANTE, S.M.P.; OLIVEIRA, G.A. de; MACHADO, C.S.; CLARTON, L. **Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação**. Cruz das Almas: UFRB; SECTI; FAPESB, 2006. 70 p. (Série Meliponicultura, 6).
- HOLLANDA, S.B. Mel e cera no Brasil colonial. **Província de São Pedro**, Porto Alegre, v. 2, p. 48-56, 1946.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C.S.; ASSIS, M.G.P. de. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 12, p. 20-41, 2001.

KEVAN, P.G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 373-393, 1999.

LIMA-VERDE, L.W.; FREITAS, B.M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* in NE Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, p. 479-486, 2002.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore: Johns Hopkins, 2000. 307 p.

POSEY, D.A. Folk Apiculture of the Kayapo Indians of Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 15, p. 154-158, 1983.

RODRIGUES, A.S. **Etnoconhecimento sobre as abelhas sem ferrão: saberes e práticas dos índios Guarani M'byá na mata atlântica**. 2005. 236 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SANTOS, I.A. dos. A vida de uma abelha solitária. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 30, p. 60-62, 2002.

SILVA, J.C.S. da; LAGES, V.N.L. A meliponicultura como fator de ecodesenvolvimento na Área de Proteção Ambiental da ilha de Santa Rita, Alagoas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 1, 5 p., 2001.

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

SOUZA, B.A. Meliponicultura tradicional e racional. In: VIT, P.; SOUZA, B.A. (Org.). **Evaluación sensorial de miel de abejas sin aguijón**. Mérida: APIBA; CDCHT; Universidad de Los Andes, 2007. p. 17-24.

SOUZA, B.A.; ROUBIK, D.W.; BARTH, O.M.; HEARD, T.A.; ENRIQUEZ, E.; CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; VILLAS-BÔAS, J.K.; LOCATELLI, J.C.; PERSANO-ODDO, L.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; BOGDANOV, S.; VIT, P. Composition of stingless bee honey: setting quality standards. **Interciencia**, Caracas, v. 31, p. 867-875, 2006.

VILLANUEVA-GUTIERREZ, R.; ROUBIK, D.W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, Bucks, v. 86, p. 35-41, 2005.

ZANELLA, F.C.V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, Versailles, v. 31, p. 579-592, 2000.

2 COMPOSIÇÃO DO MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO: ESTABELECENDO REQUISITOS DE QUALIDADE¹

Resumo

Dados de composição de 152 amostras de mel de abelhas sem ferrão foram compilados de estudos realizados desde 1964, e avaliados para propor requisitos de qualidade para este produto. Considerando que o mel de abelhas sem ferrão apresenta uma composição distinta ao de *Apis mellifera*, algumas características físico-químicas foram apresentadas de acordo com a espécie de abelha sem ferrão. A origem entomológica do mel correspondeu a 17 espécies de Meliponini do Brasil, uma da Costa Rica, seis do México, 27 do Panamá, uma do Suriname, duas de Trinidad & Tobago, e sete da Venezuela, a maioria do gênero *Melipona*. Os resultados variaram como segue: umidade (19,9-41,9 g/100g), pH (3,15-4,66), acidez livre (5,9-109,0 meq/kg), cinzas (0,01-1,18 g/100g), atividade diastásica (0,9-23,0 DN), condutividade elétrica (0,49-8,77 mS/cm), HMF (0,4-78,4 mg/kg), atividade da invertase (19,8-90,1 IU), nitrogênio (14,34-144,00 mg/100g), açúcares redutores (58,0-75,7 g/100g) e sacarose (1,1-4,8 g/100g). O conteúdo de umidade do mel de abelhas sem ferrão é geralmente superior ao máximo de 20% estabelecido para o mel de *A. mellifera*. As diretrizes oferecidas podem ajudar a expansão consistente da base de dados físico-químicos de mel de abelhas sem ferrão, para estabelecer seus requisitos de qualidade. A análise polínica deve ser direcionada para o reconhecimento dos méis uniflorais produzidos pelas abelhas sem ferrão, a fim de obter produtos padronizados de acordo com sua origem botânica. É necessária uma campanha de controle de qualidade do mel tanto para os coletores de mel de abelhas sem ferrão, como para os meliponicultores, juntamente com a harmonização dos métodos analíticos.

Palavras-chave: Mel; Análise polínica; Critérios de qualidade; Mel de abelhas sem ferrão

Abstract

Compositional data from 152 stingless bee (Meliponini) honey samples were compiled from previous studies since 1964, and evaluated to propose a quality standard for this product. Since stingless bee honey has a different composition than *Apis mellifera* honey, some physicochemical parameters are presented according to stingless bee species. The entomological origin of the honey was known for 17 species of Meliponini from Brazil, one from Costa Rica, six from Mexico, 27 from Panama, one from Surinam, two from Trinidad & Tobago, and seven from

¹ SOUZA, B.A.; ROUBIK, D.W.; BARTH, O.M.; HEARD, T.A.; ENRIQUEZ, E.; CARVALHO, C.A.L.; MARCHINI, L.C.; VILLAS-BÔAS, J.K.; LOCATELLI, J.C.; PERSANO-ODDO, L.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; BOGDANOV, S.; VIT, P. Composition of stingless bee honey: setting quality standards. **Interciencia**, Caracas, v. 31, p. 867-875, 2006.

Venezuela, most from the genus *Melipona*. The results varied as follows: moisture (19.9-41.9 g/100g), pH (3.15-4.66), free acidity (5.9-109.0 meq/Kg), ash (0.01-1.18 g/100g), diastase activity (0.9-23.0 DN), electrical conductivity (0.49-8.77 mS/cm), HMF (0.4-78.4 mg/Kg), invertase activity (19.8-90.1 IU), nitrogen (14.34-144.00 mg/100g), reducing sugars (58.0-75.7 g/100g) and sucrose (1.1-4.8 g/100g). Moisture content of stingless bee honey is generally higher than the 20% maximum established for *A. mellifera* honey. Guidelines for further contributions would help make the physicochemical database of meliponine honey more objective, in order to use such data to set quality standards. Pollen analysis should be directed towards the recognition of unifloral honeys produced by stingless bees, in order to obtain standard products from botanical species. A honey quality control campaign directed to both stingless beekeepers and stingless bee honey hunters is needed, as is harmonization of analytical methods.

Keywords: Honey; Pollen analysis; Quality criteria; Stingless bees honey

2.1 Introdução

O mel produzido por meliponíneos é um produto muito valioso das abelhas, com uma longa tradição de consumo, ao qual são atribuídos vários usos medicinais. Devido ao pouco conhecimento sobre esse produto, ele não é incluído nas normas internacionais para mel (CODEX, 2001) e não é controlado pelas autoridades de controle dos alimentos. Dessa forma nenhuma garantia é assegurada aos consumidores. Um recente objetivo da *International Honey Commission* (IHC) é estabelecer normas de qualidade para produtos das abelhas, que não o mel de *Apis mellifera*, sendo então considerado o mel de abelha sem ferrão, juntamente com pólen, cera, própolis e geléia real.

Padrões de mel do Brasil (BRASIL, 2000), e Venezuela (COVENIN, 1984a, b), foram criados somente para mel de *A. mellifera*, seguindo as diretrizes de normas internacionais da *Codex Alimentarius Commission* (CODEX, 1969, 1987, 2001). Porém, as abelhas sem ferrão também produzem mel. Elas diferem de *A. mellifera* em nível de subfamília, conhecidas como Meliponinae (CAMARGO; MENEZES-PEDRO, 1992), sendo recentemente renomeadas para Meliponini (MICHENER, 2000). Uma nova classificação incluindo as abelhas sem ferrão na subfamília Apinae, tribo Apini e subtribo Meliponina (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002), dá continuidade ao debate taxonômico. É válido o estudo de ecologia de abelhas tropicais (ROUBIK, 1992), pelo menos para responder uma pergunta prática no uso pretendido para uma colônia de abelha sem ferrão, pois enquanto algumas espécies serão melhores polinizadoras, outras proverão maior colheita de mel, pólen ou própolis (KERR, 1987).

A meta desta revisão foi prover uma visão global de vários fatores por trás da proposta de normas de qualidade para mel de meliponíneos. Este mel é produzido principalmente pelos gêneros *Tetragonisca*, *Melipona*, *Scaptotrigona*, *Plebeia* (na América), *Meliponula* (na África), *Tetragonula* (na Ásia), e alguns outros. Mundialmente, há cerca de 64 gêneros e 500 espécies de abelhas sem ferrão. Pode ser estimado que elas visitem mais da metade da flora tropical, mas ainda são poucos estudos específicos. Como as abelhas melíferas, as abelhas sem ferrão também coletam pólen e contribuem consideravelmente para a polinização das flores (HEARD, 1999). Embora o pólen destas abelhas não seja normalmente colhido, eles são utilizados no preparo de bebidas refrescantes que se assemelham a limonada devido ao seu sabor azedo (RIVERO ORAMAS, 1972).

2.2 Abelhas nativas sem ferrão e meliponicultura no mundo

No norte da Austrália, os aborígenes são grandes apreciadores do mel de abelhas sem ferrão. Uma dança tradicional (*corroboree*) conta a história de como “roubar” uma colméia (McKENZIE, 1975), e ferramentas especiais são utilizadas para escalar árvores e extrair o mel (PETRIE, 1904). As abelhas e o seu mel tiveram um papel muito importante nos rituais, mitologia e vida social (AKERMAN, 1979). Atualmente, comunidades aborígenes mantêm as abelhas sem ferrão em colméias de madeira, sendo o mel e cerume os principais produtos. O interesse no mel é demonstrado por centros turísticos, lojas de presentes, de comidas naturais e restaurantes que promovem as comidas nativas, sendo esperado que a demanda cresça rapidamente com o aumento da consciência. O cerume também é coletado para a confecção de artefatos tradicionais, especialmente os bocais do *didgeridoo*, um tradicional instrumento musical aborígine.

O suprimento de mel de abelhas nativas sem ferrão, chamado de *sugarbag* na Austrália, vem de um dedicado grupo de criadores de abelhas, com motivações diversas, incluindo a conservação de espécies nativas e interesse em utilizar as abelhas para produção de mel e cerume, polinização de cultivos e como animais de estimação. A produção de mel por abelhas sem ferrão australianas cresceu rapidamente em menos de 20 anos (HEARD; DOLLIN, 2000). Este crescimento foi dirigido por uma pequena comunidade de meliponicultores entusiastas e a demanda de um público curioso por produtos da selva.

A falta de um censo oficial sobre as colônias de abelhas sem ferrão mantidas em caixas foi superada com uma iniciativa virtual privada no Brasil, sendo criado um grupo de quase 400 meliponicultores. ABENA (Abelhas Nativas) é um grupo de discussão virtual, hospedado em <<http://br.groups.yahoo.com/group/Abena/>> que tem o objetivo de proporcionar trocas de experiências, compra e venda de produtos e a aquisição de *know-how* sobre as abelhas sem ferrão. Este grupo produziu um censo sobre o número de colônias de várias espécies de abelha sem ferrão criadas no Brasil, apresentado na Tabela 2.1.

Muitos modelos de caixas para criação de abelhas sem ferrão são descritas para o Brasil (NOGUEIRA-NETO, 1997). Novos modelos voltados para a extração de mel e cerume têm sido desenvolvidos na Austrália. Também os meliponicultores têm suas preferências por materiais e decorações das caixas, pois as abelhas sem ferrão são tratadas como animais de estimação em muitos países.

Tabela 2.1 - Censo 2005 sobre a meliponicultura brasileira realizado por ABENA (Abelhas Nativas)¹

(continua)

Espécies²	Nome comum no Brasil	Número de colônias
<i>Tetragonisca angustula</i>	Jataí	1243
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Mandaçaia	748
<i>Plebeia</i> sp.	Mirim	173
<i>Scaptotrigona depilis</i>	Canudo	155
<i>Melipona seminigra</i>	Jandaíra	154
<i>Melipona scutellaris</i>	Uruçú	95
<i>Melipona marginata</i>	Manduri	84
<i>Melipona bicolor</i>	Guaraipo	71
<i>Melipona rufiventris</i>	Tujuba	51
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	Tubuna	41
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Iraí	28

Tabela 2.1 - Censo 2005 sobre a meliponicultura brasileira realizado por ABENA (Abelhas Nativas)¹

(conclusão)

Espécies²	Nome comum no Brasil	Número de colônias
<i>Plebeia remota</i>	Mirim guaçu	12
<i>Plebeia juliani</i>	Mosquito	10
<i>Tetragona clavipes</i>	Borá/vorá	12
<i>Frieseomelitta varia</i>	Moça-branca/marmelada	11
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	Mandaguari	8
<i>Friesella schrottkyi</i>	Mirim Preguiça	7
<i>Plebeia saiqui</i>	Saiqui	6
<i>Frieseomelitta silvestri</i>	Moça-preta	6
<i>Melipona compressipes</i>	Jupará	4
<i>Geotrigona cupira/ Partamona cupira</i>	Cupira	3
<i>Plebeia droryana</i>	Droryana	2
<i>Partamona subnitida</i>	Jataí do Chão	1

¹Fonte: <<http://br.groups.yahoo.com/group/Abena/>>

²Indicação das espécies fornecidas pelos meliponicultores

Deve ser dada ênfase também que a criação racional de abelha sem ferrão requer o atendimento de uma série de princípios necessários para uma agricultura com maior consciência social, reduzindo a presença de resíduos químicos, conhecida como Boas Práticas Agrícolas (BPA; FAO/EMBRAPA, 2002). Por outro lado, o mel colhido em ambientes florestais é possivelmente mais livre de resíduos que qualquer mel de ambiente alterado. A colheita moderna de mel de abelha sem ferrão é realizada com seringas descartáveis e, mais eficientemente, com bomba de sucção (Figura 2.1).

Iniciativas para meliponicultura são apoiadas em vários países tropicais com interesse na criação racional e produção de mel (RIVERO ORAMAS, 1972; ENRÍQUEZ; MONROY; SOLÍS, 2001; MEDINA-CAMACHO, 2003; ENRÍQUEZ; YURRITA, 2004; ENRÍQUEZ et al., 2005; MORENO; CASANOVA; DÍAZ, 2005; NATES-PARRA, 2005).

Figura 2.1 - Colheita de mel de abelha sem ferrão com seringa descartável (a, b), e com bomba de sucção (c)

No Brasil, uma parceria entre a Universidade Federal da Bahia, o Governo do Estado da Bahia e outra agência local, resultou na criação da “Série Meliponicultura” (UFBA/UFRB, EAFC, ESALQ-USP), com quatro números já publicados (CARVALHO; ALVES; SOUZA, 2003; ALVES et al., 2005a, b; CARVALHO et al., 2005), com o objetivo de prover informação técnica sobre manejo de colônias, custo de produção, características do mel, etc. Além da importância econômica destas abelhas, há o interesse na preservação de espécies para o uso sustentável de recursos naturais nas regiões onde a atividade é desenvolvida. O impacto destas iniciativas no Brasil tem proporcionado a organização da meliponicultura por meio de uma variedade de eventos, como cursos de iniciação e avançados de meliponicultura, e o primeiro e segundo Congressos Brasileiros de Meliponicultura, realizados respectivamente em Natal (2004) e Aracaju (2006).

No entanto, apesar do entusiasmo brasileiro para meliponicultura, uma grande preocupação foi demonstrada recentemente sobre o declínio desta atividade tradicional na península de Yucatán, México, pois as abelhas sem ferrão vêm sendo ameaçadas por mudanças ambientais e por manejo inadequado (e.g. sobre-colheita e insucessos durante a transferências colônias nativas para colméias e divisões de colônias) (VILLANUEVA-GUTIERREZ; ROUBIK; COLLI-UCÁN, 2005). Na Austrália, o desenvolvimento de um método de propagação (HEARD, 1988) estimulou o interesse pela multiplicação de colônias. O processo de multiplicação de colônias de abelha sem ferrão é lento quando comparado às abelhas melíferas, mas tem sido observado um crescimento exponencial no número de colônias e de meliponicultores, e estas

abelhas requerem baixa manutenção para polinização (HEARD, 1999). A atual produção anual da Austrália é pequena, mas também cresce rapidamente. O preço atualmente atingindo pelo mel nos mercados é muito alto refletindo sua raridade, e permanecerá alto enquanto a produção por colônias for baixa e os custos de produção elevados (HEARD; DOLLIN, 2000).

2.3 Como nomear o mel de abelhas sem ferrão?

Os méis produzidos por abelhas sem ferrão foram amplamente apreciados no passado (SCHWARZ, 1948) e além das suas putativas propriedades medicinais (VIT; MEDINA; ENRÍQUEZ, 2004) há razões tradicionais dominantes para a colheita do mel de potes, seja na floresta ou no conforto de um meliponário bem estabelecido. Na Venezuela, camponeses e nativos estão mais familiarizados às diferenças devidas à origem entomológica do mel do que as relacionadas às fontes florais. No entanto, nas cidades as pessoas raramente sabem o que é o mel das abelhas sem ferrão. À primeira vista a maioria dos méis de meliponíneos tem aparência oleosa; outros se apresentam como uma pasta branca após a cristalização.

Em ciência de alimentos, não há nenhum nome oficial para méis de meliponíneos. Eles poderiam ser nomeados juntamente com os gêneros das abelhas produtoras como “mel de *Melipona*” ou “mel de *Trigona*”, ou pelos seus nomes locais como *angelita*, *blanca*, *criolla*, *erica*, *guanota*, *real* ou *tinzuca*, etc. Uma estratégia para promoção comercial poderia usar os nomes como “mel de uva” baseado na forma, *sugarbag* dos aborígenes australianos, “iramel” de uma palavra brasileira nativa para abelhas, “mayá” significando mel no Neotrópico, “saná” para uma conotação simples de doçura para o povo piaroa/*wóttōja*, ou “elixir divino” porque a presença de etanol proporciona um elixir farmacêutico natural. No entanto, mel é a palavra mais simples para o produto das abelhas derivado do néctar, não importando se elas ferroam ou não.

Os cientistas concordariam em chamar este produto de mel de abelha sem ferrão, somando-se o gênero, região de origem e hábitat (floresta, agrícola, ribeirinho ou litorâneo). A data de colheita também deveria ser declarada, como também as espécies e nome comum da abelha, se conhecido. Porém, a menos que as pessoas com maior conhecimento façam a colheita do mel e coletem espécimes para envio a taxonomista, é duvidoso se os nomes de espécies ou nomes comuns seriam freqüentemente aplicados corretamente.

2.4 Estudos sobre a composição do mel de meliponíneos

2.4.1 Métodos

Geralmente os estudos são feitos por métodos de rotina em laboratórios de ciência de alimentos para determinar açúcares redutores e sacarose aparente de acordo com o método de Lane & Eynon (A.O.A.C., 1984), acidez livre, conteúdo de cinza, atividades da diastase e invertase, condutividade elétrica, hidroximetilfurfural (HMF) e conteúdo de umidade, de acordo com os métodos do IHC (BOGDANOV; MARTIN; LULLMANN, 1997). O conteúdo de nitrogênio é determinado pelo método de microKjeldhal (A.O.A.C., 1984).

Os açúcares no mel são medidos por diferentes métodos e equipamentos como refratômetro (em °Brix) ou cromatografia líquida (HPLC) e gasosa (GC), mas eles são principalmente determinados seguindo a método volumétrico de Lane & Eynon (A.O.A.C., 1984). Adequadamente, são informados resultados como conteúdo de glicose, frutose e sacarose, ou como açúcares redutores e sacarose aparente. A umidade é medida por meio do índice de refração, convertido pela tabela de Chataway em conteúdo de umidade, embora alguns autores usem fornos ou equipamento infravermelho.

2.4.2 Critérios de qualidade

Diferentes critérios de qualidade baseados em características físico-químicas têm sido utilizados para testar o mel das abelhas sem ferrão. Dados de açúcares obtidos por técnicas modernas de HPLC ou GC são raros. A falta de padrões oficiais para mel de abelhas sem ferrão, o problema de adulteração deste produto, a diversidade de espécies de abelhas sem ferrão produtoras de mel e o pouco conhecimento sobre a flora explorada pelas abelhas para precisas análises polínicas, são entraves que devem ser trabalhados de forma interdisciplinar para corretas interpretações de significados composicional e ecológico, com implicações nas propriedades bioativas deste mel com origem entomológica diferente de *A. mellifera*. Padrões atualmente propostos são limitados a um agrupamento de méis produzidos por espécies de *Melipona*, *Scaptotrigona* e *Trigona* (VIT; MEDINA; ENRÍQUEZ, 2004), sendo também sugerido para mel brasileiro, com a característica adicional de sólidos totais (VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2005). Porém, esta é uma interface simplista entre os padrões elaborados para mel de *A. mellifera* e o ajuste de exigências de qualidade mais complexas para o mel produzido por tantas espécies de

meliponíneos. Neste artigo, o estado da arte em dados físico-químicos de mel de abelha sem ferrão disponíveis em artigos e resumos são apresentados na Tabela 2.2. Valores de acidez, diastase, HMF, invertase, açúcares e umidade são determinados com só um decimal, como sugerido por Bogdanov; Martin e Lullmann (1997).

Tabela 2.2 - Composição físico-química do mel das abelhas sem ferrão

(continua)

Espécie de abelha	nº	Características físico-químicas ^a										País ^e	Ano/ Ref.	
		pH	Aci	Cin	Dia ^b	CEI	HMF	Inv ^c	Nit ^d	ARed	Sac			Umi
Artigos em Periódicos indexados (1964-2005)														
<i>F. aff. varia</i>	7	...	73,0	0,76	7,8	...	1,1	...	134,12	61,0	<u>4,8</u>	<u>19,9</u>	VEN	1994 ¹
<i>M. asilvai</i>	11	3,27	41,6	...	...	...	2,4	...	...	68,9	4,7	29,5	BRA	2004a ²
<i>M. compressipes</i>	1	3,65	25,1	...	...	...	35,8	...	...	...	...	22,3	BRA	1964 ³
<i>M. compressipes</i>	5	...	48,4	0,30	1,1	...	1,0	...	48,94	<u>75,7</u>	1,6	23,4	VEN	1994 ¹
<i>M. favosa</i>	14	...	62,9	0,29	<u>0,9</u>	...	1,2	...	40,66	72,1	1,5	25,5	VEN	1994 ¹
<i>M. favosa</i>	6	...	36,8	0,15	2,9	2,06	17,1	<u>90,1</u>	70,87	70,3	2,0	24,2	VEN	1998b ⁴
<i>M. lateralis</i>														
<i>kangarumensis</i>	3	...	40,7	0,11	2,8	1,65	3,9	58,9	23,42	64,8	<u>1,1</u>	28,8	VEN	1998b ⁴
<i>M. mandacaia</i>	20	3,27	43,5	...	...	3,52	5,8	...	...	74,8	2,9	28,8	BRA	2005c ⁵
<i>M. paraensis</i>	4	...	30,4	0,14	2,9	1,37	3,4	<u>19,8</u>	<u>14,34</u>	60,8	1,2	26,4	VEN	1998b ⁴
<i>M. quadrifasciata</i>														
<i>anthidioides</i>	1	3,35	103,3	...	...	...	31,5	...	...	...	...	<u>41,9</u>	BRA	1964 ³
<i>M. scutellaris</i>	1	<u>4,66</u>	28,3	0,17	...	...	18,9	...	...	...	...	25,3	BRA	2005 ⁶
<i>M. trinitatis</i>	4	...	24,2	0,12	1,0	...	1,3	...	47,82	73,7	1,5	25,7	VEN	1994 ¹
<i>S. postica</i>	1	3,40	83,7	...	...	...	18,9	24,6	...	...	...	26,5	BRA	1964 ³

Tabela 2.2 - Composição físico-química do mel das abelhas sem ferrão

(continua)

Espécie de abelha	n ^o	Características físico-químicas ^a										País ^e	Ano/ Ref.	
		pH	Ací	Cín	Dia ^b	CEI	HMF	Inv ^c	Nit ^d	ARed	Sac			Umi
<i>T. angustula</i>	3	...	48,3	0,38	<u>23,0</u>	7,32	9,8	50,1	142,27	65,9	2,1	23,2	VEN	1998b ⁴
<i>T. angustula</i>	5	...	...	...	17,9	...	5,0	...	...	58,7	...	>26,0	BRA	1998 ⁷
Resumos em eventos (1998-2004)														
<i>C. capitata</i>	1	3,62	31,5	0,52	...	...	3,4	...	...	...	...	27,0	BRA	2004 ⁸
<i>M. beecheii</i>	1	4,50	28,0	...	...	0,55	64,8	...	...	...	...	24,0	MEX	2001 ⁹
<i>M. beecheii</i>	1	4,18	<u>5,9</u>	...	...	0,66	5,4	...	...	68,0	1,6	27,0	MEX	2003 ¹⁰
<i>M. compressipes</i>	8*	3,46	39,0*	0,22	7,9*	...	1,2	...	44,80	65,3	3,5	24,6	BRA	2004 ¹¹
<i>M. compressipes</i>	1	4,06	45,8	...	...	<u>8,77</u>	30,5	...	...	...	...	25,0	BRA	1998 ¹²
<i>M. quadrifasciata</i>	1	4,52	16,5	0,54	...	...	1,0	...	...	...	...	34,0	BRA	2004 ⁸
<i>M. scutellaris</i>	6*	<u>3,15</u>	8,9	<u>0,01</u>	...	3,39	<u>0,4</u>	...	81,60	...	...	28,4	BRA	1998 ¹³
<i>M. seminigra</i>	8*	3,53	79,0*	0,15	5,0*	...	0,8	...	56,00	65,4	3,0	26,0	BRA	2004 ¹¹
<i>M. solani</i>	1	4,00	85,0	...	...	0,62	<u>78,5</u>	...	...	...	...	25,0	MEX	2001 ⁹
<i>Pl. droryana</i>	1	3,83	52,0	<u>1,18</u>	...	...	7,6	...	...	...	...	31,0	BRA	2004 ⁸
<i>Partamona</i> sp.	1	3,42	23,7	...	...	0,81	2,4	...	...	62,5	<u>1,1</u>	34,1	MEX	2003 ¹⁰
<i>S. mexicana</i>	4	4,05	76,7	...	...	0,76	42,0	...	...	...	...	24,7	MEX	2001 ⁹
<i>S. pachysoma</i>	1	3,94	6,6	...	...	<u>0,49</u>	1,1	...	...	70,1	2,0	26,9	MEX	2003 ¹⁰

Tabela 2.2 - Composição físico-química do mel das abelhas sem ferrão

Espécie de abelha	n ^o	Características físico-químicas ^a										País ^e	Ano/ Ref.
		pH	Aci	Cin	Dia ^b	CEI	HMF	Inv ^c	Nit ^d	ARed	Sac	Umi	
<i>T. angustula</i>	1	3,69	26,0	0,32	...	...	8,1	...	...	...	...	25,5	BRA 2004 ⁸
<i>T. angustula</i>	1	3,88	7,7	...	...	0,78	4,3	...	...	70,0	2,4	26,7	MEX 2003 ¹⁰
<i>T. angustula</i>	25	3,80	<u>109,0</u>	0,45	...	...	...	...	<u>144,00</u>	<u>58,0</u>	2,4	23,7	BRA 2002 ¹⁴
<i>T. angustula</i>	4	4,35	57,5	...	...	1,10	39,1	...	...	...	...	23,2	MEX 2001 ⁹

* C: *Cephalotrigona*, F: *Friesiomeletta*, M: *Melipona*, P: *Partamona*, Pl: *Plebeia*, S: *Scaptotrigona* e T: *Tetragonisca*. Os números de amostras de méis e valores das análises físico-químicas foram fornecidos pelos autores após publicação. Células destacadas por sublinhado indicam valores máximos e mínimos para cada característica das amostras de mel analisadas.

^aValores médios para cada fator qualitativo. Aci: Acidez Livre (meq/kg mel); Cin: Cinzas (g/100 g mel); Dia: Atividade diastásica (DN); CEI: Condutividade elétrica (mS/cm); HMF: Hidroximetilfurfural (mg/kg mel); Inv: Atividade da invertase (IU); Nit: Nitrogênio (mg/100 g mel); ARed: Açúcares redutores (g/100 g mel); Sac: Sacarose (g/100 g mel); Umi: Umidade (g/100 g mel).

^bO Número de Diastase (DN) indica gramas de amido hidrolisado/100g mel/h, em pH 5,2 e 40°C.

^cUnidade de Invertase (IU) indica µmoles de p-nitrofenil glucopiranoside hidrolisado/kg mel/min, em pH 6,0 e 40°C.

^dValores de conteúdo de proteína (%) foram transformados em mg Nitrogênio/100 g mel, multiplicando pelo fator 160 (1000/6,25).

^eAbreviações para os países: BRA (Brasil), MEX (México), VEN (Venezuela).

Fontes: ¹Vit; Bogdanov e Kilchenmann, 1994; ²Souza et al., 2004a; ³Gonnet; Lavie e Nogueira-Neto, 1964; ⁴Vit et al., 1998; ⁵Alves et al., 2005c, ⁶Evangelista-Rodrigues et al, 2005; ⁷Rodrigues; Marchini e Carvalho, 1998; ⁸Almeida e Marchini, 2004; ⁹Grajales-C et al., 2001; ¹⁰Santiesteban-Hernández; Cuadriello e Loper, 2003; ¹¹Villas-Bôas e Malaspina, 2004; ¹²Souza e Bazlen, 1998; ¹³Marchini et al., 1998; ¹⁴Denadai; Ramos e Costa, 2002.

Adicionalmente aos dados apresentados na Tabela 2.2, açúcares expressos como sacarose (°Brix) e conteúdo de umidade foram as únicas características físico-químicas avaliadas no mel de abelha sem ferrão em alguns estudos, possivelmente porque o conteúdo de umidade é geralmente alto nestes méis, mas também por ser uma informação de medida fácil e equipamento acessível. Graus Brix e índices refratométricos podem ser obtidos à campo com refratômetros de mão. Um exemplo disto é apresentado na Tabela 2.3, onde concentração de açúcar total (°Brix) foi a única característica medida no mel de 79 ninhos, distribuídos entre 27 espécies (ROUBIK, 1983).

Tabela 2.3 - Conteúdo total de açúcar no mel de abelhas sem ferrão

Espécie de abelha*	Açúcares totais (graus Brix)	Espécie de abelha*	Açúcares totais (graus Brix)
<i>M. panamica</i>	57,2 – 75,0	<i>Tetragonisca angustula</i>	71,2 – 75,7
<i>M. compressipes triplaridis</i>	67,0 – 75,5	<i>Geotrigona kraussi</i>	65,6 – 76,6
<i>M. fuliginosa</i>	68,0 – 75,0	<i>T. pectoralis panamensis</i>	71,4 – 71,6
<i>M. micheneri</i>	55,0 – 66,8	<i>Scaptotrigona luteipennis</i>	67,2 – 72,2
<i>M. favosa phenax</i>	68,4 – 73,0	<i>T. fulviventris</i>	59,0
<i>M. aff. crinita</i>	64,0 – 66,8	<i>T. corvina</i>	73,0 – 78,2
<i>P. jatiformes</i>	66,8 – 70,0	<i>T. necrophaga</i>	71,0 – 74,8
<i>P. franki</i>	76,8 – 86,0	<i>T. nigerrima</i>	67,8 – 75,2
<i>P. aff. minima</i>	63,8 – 72,0	<i>T. mazucatoi</i>	62,4 – 72,0
<i>Nannotrigona mellaria</i>	62,2	<i>Scaura latitarsis</i>	75,0
<i>C. capitata zexmeniae</i>	62,0 – 72,5	<i>Trigonisca roubiki</i>	72,5
<i>Oxytrigona daemoniaca</i>	72,6	<i>Aparatrigona isopterophila</i>	67,6 – 69,6
<i>F. nigra paupera</i>	63,2 – 73,0	<i>Partamona peckolti</i>	56,0 – 63,0
<i>T. dorsalis ziegleri</i>	60,0 – 73,0		

* C: *Cephalotrigona*, F: *Frieseomelitta*, M: *Melipona*, P: *Plebeia* e T: *Trigona*. Fonte: Roubik (1983)

O conteúdo de umidade foi informado por Pamplona (1989), Carvalho et al. (2005) e Bijlsma et al. (2006); e o conteúdo de umidade e teor de cinzas de méis de três espécies do Brasil por Souza et al. (2004b). Os valores são apresentados em Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Conteúdo de umidade e cinzas em méis de abelhas sem ferrão

Espécie de abelha	Umidade (g/100g)	Cinzas ⁴ (g/100g)
<i>Melipona quadrifasciata</i>	45,0 ¹	...
<i>Plebeia droryana</i>	27,0 ¹	...
<i>Scaptotrigona postica</i>	27,0 – 40,2 ¹	...
<i>M. scutellaris</i>	27,0 – 27,5 ²	...
<i>M. seminigra</i>	26,0 ²	...
<i>P. droryana</i>	27,0 ²	...
<i>P. poecilochroa</i>	32,0 ²	...
<i>Plebeia</i> sp.	38,9 ²	...
<i>Scaptotrigona</i> sp.	27,0 ²	...
<i>S. nigrohirta</i>	26,8 ²	...
<i>S. postica</i>	26,0 ²	...
<i>Tetragona quadrangula</i>	28,0 ²	...
<i>Trigona</i> ref. <i>guianae</i>	30,4 ²	...
<i>P. tobagoensis</i>	42,0 ($\pm$ 4,0) ³	...
<i>Trigona nigra</i>	36,2 ($\pm$ 1,9) ³	...
<i>M. trinitatis</i>	32,2 ($\pm$ 2,3) ³	...
<i>M. favosa</i> (de Trinidad)	35,1 ($\pm$ 1,0) ³	...
<i>M. favosa</i> (de Tobago)	30,2 ($\pm$ 2,2) ³	...
<i>M. compressipes</i>	25,3 – 34,6 ⁴	0,03 – 0,40
<i>M. rufiventris paraensis</i>	27,0 ⁴	0,30
<i>M. seminigra merrillae</i>	23,9 ⁴	0,20

Fontes: ¹Pamplona (1989), ²Carvalho et al. (2005), ³Bijlsma et al. (2006) e⁴Souza et al. (2004b)

Em outro grupo de publicações (Tabela 2.5) somente foram apresentados valores médios e variação obtidos para as características físico-químicas do mel de *Tetragona clavipes*, *Tetragonisca angustula*, *Melipona subnitida*, *M. quadrifasciata*, *Plebeia* sp. e *M. scutellaris* no Brasil (CORTOPASSI-LAURINO; GELLI, 1991), e para outras espécies de abelha sem ferrão diferente de *Melipona*, como *Frieseomelitta nigra paupera*, *Plebeia* sp., *Scaptotrigona* aff. *depilis*, *Scaura latitarsis* e *T. angustula* coletados na Venezuela (VIT; BOGDANOV;

KILCHENMANN, 1994), e mel de *Melipona* de Trinidad (*M. trinitatis*) e Tobago (*M. favosa*), Costa Rica (*M. beecheii*) e Suriname (*M. lateralis*) (BRUIJN; SOMMEIJER, 1998).

Tabela 2.5 - Médias e variações da composição físico-química relatada para grupos de espécies de abelhas sem ferrão

Características físico-químicas	Países de Origem			
	Brasil		Venezuela ³	Costa Rica, Trinidad & Tobago e Suriname ⁴
Número de amostras de mel	[14] ¹	[ni] ²	[10]	[ni]
Conteúdo de água (g/100g)	(18,0-36,0)	(23,1-32,7)	22,3 (19,3-27,3)	23,7 (20,3-28,1) n= 25
Acidez livre (meq/Kg)	(30,0->160,0)	(69,7-77,5)	79,7 (16,9-248,5)	45,8 (20,5-50,9) n= 10
Acidez lactônica (meq/Kg)	...	...	...	6,2 (3,5-11,5) n= 10
Acidez total (meq/Kg)	...	...	...	45,8 (23,9-56,9) n= 10
pH	3,90	(3,30-3,80)	...	3,53 (3,1-4,1) n= 21
Peróxido de hidrogênio (µg/g/h 20°C)	...	...	...	23,91 (10,0-31,3) n= 9
Açúcares redutores (g/100g)	...	...	63,4 (48,2-72,7)	...
Frutose (g/100g)	...	...	...	31,2 (22,2-41,8) n= 8
Glicose (g/100g)	...	...	...	27,5 (21,9-35,7) n= 7
Relação frutose/glicose	...	...	...	1,2 (1,0-1,5) n= 7
Sacarose (g/100g)	...	...	4,6 (1,1-12,3)	4,8 (0,0-13,0) n= 8
Ácido glucônico	...	...	...	0,4 (0,2-0,6) n= 7
Cinzas (g/100g)	...	(0,10-0,20)	0,67 (0,12-1,49)	...
HMF (mg/Kg)	...	...	1,1 (1,0-2,0)	...
Nitrogênio (mg/100g)	...	...	175,8 (41,91-335,31)	...
Índice de Diastase	...	...	...	0,0 n= 5

ni= número de amostras não informado; n= número de análises. Adaptado de ¹Cortopassi-Laurino e Gelli (1991), ²Cortopassi-Laurino (1997), ³Vit; Bogdanov e Kilchenmann (1994), ⁴Bruijn e Sommeijer (1998).

Nos artigos aqui revisados, acidez livre é informada algumas vezes como acidez ou acidez livre, lactonas e acidez total. Também é informado conteúdo de cinza como minerais após incineração. Conteúdo de nitrogênio às vezes é informado como proteína podendo, nestes casos, se converter o conteúdo de proteína (%) em mg de N/100g de mel, multiplicando-se pelo fator 1000/6,25, como indicado em Tabela 2.2.

Os perfis de açúcares no mel de abelhas sem ferrão poderiam ser ferramentas poderosas para discriminar sua origem entomológica. Realmente, em dois estudos, foram achadas diferenças entre os espectros de diferentes méis de abelhas sem ferrão (BOGDANOV; VIT; KILCHENMANN, 1996; VIT; FERNÁNDEZ-MAESO; ORTIZ-VALBUENA, 1998). Porém, análises de açúcares por HPLC ou GC não estão disponíveis na maioria dos laboratórios que executam controle de qualidade de mel nos trópicos e subtropicais, onde ocorrem as abelhas sem ferrão. Em um estudo pioneiro (BOGDANOV; VIT; KILCHENMANN, 1996), foi concluído que o mel de *A. mellifera* e de *Melipona* são pobres em oligossacarídeos, mas méis produzidos por outras espécies de abelhas sem ferrão são ricos em maltose e apresentam valores ligeiramente mais elevados de turanose, erlose e trealose.

Os dados físico-químicos de mel de meliponíneos, como relatados em sete artigos e sete resumos (Tabela 2.2) e em nove outras referências, apresentam diferenças nas características analisadas, provavelmente devido em parte pela variabilidade intrínseca do produto, ou por possíveis diferenças em métodos analíticos usados por vários autores. Uma análise conjunta demonstra que os valores das características físico-químicas para mel de abelhas sem ferrão relatados na Tabela 2.2 variaram da seguinte maneira para pH (3,15-4,66), acidez (5,9-109,0meq/kg), cinza (0,01-1,18g/100g), atividade de diastase (0,9-23,0DN), condutividade elétrica (0,49-8,77mS/cm), HMF (0,4-78,4mg/kg), atividade de invertase (19,8-90,1IU), nitrogênio (14,34-144,00mg/100g), açúcares redutores (58,0-75,7g/100g), sacarose (1,1-4,8g/100g) e conteúdo de umidade (19,9-41,9g/100g). Valores apresentados nas Tabelas 2.3, 2.4 e 2.5 não foram considerados como valores mínimo e máximo deste trabalho, os quais se limitam a Tabela 2.2 previamente indicada. Outras características informadas, e não consideradas aqui, são atividade de água (MATSUDA; BASTOS; ALMEIDA-MURADIAN, 2005), índice de formol (ALMEIDA; MARCHINI, 2004; ALVES et al., 2005c), sólidos insolúveis (VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2005), minerais (MARCHINI et al., 1998), sólidos totais (SILVA et al., 2004; VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2004) e viscosidade (ALVES et al., 2005c).

Os dados da Tabela 2.2 são resumidos na Tabela 2.6. Médias de todas as características consideradas nesta revisão são informadas para amostras de mel de todas as espécies de meliponíneos, e também divididas em dois grupos de mel produzidos por *Melipona* spp. e por outros meliponíneos, como também para as cinco principais espécies com mais de 10 amostras de méis analisadas.

Tabela 2.6 - Resumo da composição do mel das abelhas sem ferrão

Espécie de abelha	Nº de amostras de mel	Característica físico-química ¹										
		pH	Aci	Cin	Dia ²	CEI	HMF	Inv ³	Nit	ARed	Sac	Umi
Meliponini	152	3,81 [101]	44,8 [147]	0,34 [98]	6,7 [67]	2,34 [68]	14,4 [127]	48,7 [17]	58,31 [93]	66,0 [127]	2,3 [122]	26,7 [152]
Melipona spp.	97	3,82 [61]	41,8 [97]	0,20 [60]	3,1 [52]	2,62 [54]	16,0 [97]	56,3 [13]	40,78 [58]	69,1 [84]	2,2 [84]	27,2 [97]
outros Meliponini	55	3,80 [40]	49,6 [50]	0,60 [38]	16,2 [15]	1,88 [14]	11,9 [30]	37,4 [4]	110,88 [35]	63,8 [43]	2,5 [38]	26,0 [55]
M. astilvai	11	3,27 [11]	41,6 [11]	... [11]	... [11]	3,63 [11]	2,4 [10]	... [10]	... [11]	68,9 [11]	4,7 [11]	29,5 [11]
M. compressipes	15	3,72 [10]	36,6 [15]	0,26 [13]	4,5 [13]	8,77 [1]	17,1 [15]	... [13]	33,22 [13]	70,5 [13]	2,5 [13]	23,8 [15]
M. favosa	20	... [20]	49,9 [20]	0,22 [20]	1,9 [20]	2,06 [6]	9,1 [21]	90,1 [6]	55,77 [20]	71,2 [20]	1,7 [20]	24,8 [20]
M. mandacaiá	20	3,27 [20]	43,5 [20]	... [20]	... [20]	3,52 [20]	5,8 [20]	... [20]	... [20]	74,8 [20]	2,9 [20]	28,8 [20]
T. angustula	39	3,93 [31]	49,7 [34]	0,38 [29]	20,5 [8]	3,07 [8]	13,3 [14]	50,1 [3]	99,26 [3]	63,1 [34]	2,3 [29]	24,7 [39]

¹Valores médios e número de amostras de mel são apresentadas. Aci: Acidez Livre (meq/kg mel); Cin: Cinzas (g/100 g mel); Dia: Atividade diastásica (DN); CEI: Condutividade elétrica (mS/cm); HMF: Hidroximetilfurfural (mg/kg mel); Inv: Atividade da invertase (IU); Nit: Nitrogênio (mg/100 g mel); ARed: Açúcares redutores (g/100 g mel); Sac: Sacarose (g/100 g mel); Umi: Umidade (g/100 g mel).

²O número de diastase (DN) indica g amido hidrolisado/100g mel/h, em pH 5,2 e 40°C.

³A unidade de invertase (IU) indica µmoles de p-nitrofenil glucopiranosídeo hidrolisado/kg mel/min, em pH 6,0 e 40°C.

Na Tabela 2.6 é notável que o conteúdo de umidade do mel sempre é medido (152 amostras), seguido pela acidez livre (147), açúcares redutores e HMF (127), sacarose, pH, cinza e nitrogênio. Porém condutividade elétrica, diastase e invertase são determinados com menor frequência. A acidez livre é mais baixa em mel de *Melipona*, que de outros meliponíneos, como também o são cinza, atividade de diastase, condutividade elétrica, nitrogênio e sacarose. Por outro lado, HMF, açúcares redutores e atividade de invertase tendem a ser mais altos em *Melipona* que em mel de outros Meliponini.

Comparado ao mel de *A. mellifera*, as diferenças mais relevantes com o mel de meliponíneos, previamente informada, são os maiores valores de água, acidez livre, condutividade elétrica, maltose e nitrogênio, e menores valores de diastase em mel de espécies de *Melipona* mas não em outros gêneros de Meliponini estudados (VIT; BOGDANOV; KILCHENMANN, 1994; VIT et al., 1998; BOGDANOV; VIT; KILCHENMANN, 1996). Critérios para controle de qualidade de mel de abelhas sem ferrão deveriam considerar essas diferenças, derivadas da fisiologia dos meliponíneos. Na Venezuela, o mel de abelha sem ferrão é frequentemente vendido misturado com o mel de *A. mellifera* e suco de frutas, e declarado no rótulo do produto. Embora novas características ainda não tenham sido sugeridas, elas serão necessárias para o controle de adulterações do mel das abelhas sem ferrão e de suas misturas com mel de *A. mellifera* para aumento de benefícios comerciais.

Devido à grande heterogeneidade de vegetação, os produtos das abelha sem ferrão, e também o mel, frequentemente mudam as suas propriedades e características. *Spondias*, *Anacardium*, *Machaerium* e *Celtis* foram gêneros comuns em um estudo sobre mel de *Tetragonisca angustula* do Peru e Bolívia, com 15-52 espécies de pólen/colônia, sendo as plantas representadas três vezes por pólen de cipós e ervas, e seis vezes por pólen de arbustos (ROUBIK, 2003).

No Brasil, os principais méis uniflorais de meliponíneos registrados foram de *Acacia polyphyla*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Citrus*, *Eucalyptus*, *Brassicaceae*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Myrcia*, *Piptadenia rigida*, *Schinus*, *Solanum* e *Vernonia polyanthes* (BAZLEN, 2000; ALMEIDA, 2002; BARTH, 2004; ALVES; CARVALHO; SOUZA, 2006).

Há a necessidade de se criar coleções de referência regionais para pólen ou palinotecas que incorporem as espécies de plantas visitadas pelos Meliponini. Geralmente, o mel de meliponíneos e o “pão de abelha” são de origem de heterofloral. É necessário que se conheça a fonte de

produtos uniflorais dos meliponíneos para a obtenção de um produto que apresente constância de cheiro, gosto, cor e textura. Análises polínicas são um bom instrumento para este propósito mas, infelizmente, há poucos laboratórios com esta especialidade. Em ciência de alimentos, a análise de rotina do pólen natural é mais freqüente, enquanto que o pólen acetolizado é preferido para investigações ecológicas. Mais especialistas em melissopalinologia devem ser treinados.

2.5 Conclusões

Espera-se que esta revisão possa se constituir em um ponto de partida para criação de uma base de dados sólida sobre mel de abelhas sem ferrão, incluindo todas as características usuais para controle de qualidade de mel. Também, aconselha-se sobre a necessidade de formação de uma coleção de base entomológica sobre abelhas sem ferrão para cada amostra de mel presente no banco de dados de países que realizem este tipo de pesquisa, e que tanto os nomes locais comuns quanto os nomes científicos das abelhas sem ferrão sejam utilizados para uma melhor comunicação.

Seguindo-se os critérios de qualidade, usando os métodos do IHC, estudos futuros sobre a composição do mel de abelhas sem ferrão deveriam determinar conteúdo de umidade e HMF; e características adicionais como açúcares (pelo menos frutose, glicose, maltose e sacarose), condutividade elétrica, acidez livre e análise polínica também deveriam ser incluídas para uma análise mais completa.

Relativo às publicações de resultados, atenção especial deveria ser dada para a montagem de tabelas com as características individuais e número de amostras de mel se possível, de forma que análise estatística mais segura possa ser feita no futuro. O fornecimento somente de valores médios para uma determinada característica do mel produzido por um grupo de espécies de abelha sem ferrão é pouco útil. A informação do número de amostras de mel analisadas não foi clara em alguns dos trabalhos, mas não deve estar ausente em trabalhos futuros. Foi observado que informações sobre unidades de medida, nome de espécies de abelha sem ferrão, número de amostras de mel, etc. não eram precisas em alguns resumos.

É imperativo o ajuste das medidas de conteúdo de umidade em mel de abelha sem ferrão, o qual geralmente têm um valor mais elevado que a abrangência da tabela de Chataway. Geralmente extrapolações da tabela têm sido usadas. A elaboração e validação de uma tabela de Chataway

expandida para a medida refratométrica de méis com valores de umidade mais elevados que 25g água/100g mel é sugerido.

O próximo passo deveria ser o estabelecimento de um ou vários padrões para mel de meliponíneos. Com este propósito, o grupo de trabalho sobre mel de abelhas sem ferrão tem que realizar mais levantamentos de dados sobre mel de abelhas sem ferrão importantes. Isto possibilitará o controle deste valioso produto, conduzindo a uma melhoria de qualidade.

Referências

AKERMAN, K. Honey in the life of the aboriginals of the Kimberleys. **Oceania**, Sydney, v. 49, p. 169-178, 1979.

ALMEIDA, D. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**. 2002. 133 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ALMEIDA, D.; MARCHINI, L.C. Physicochemical and pollinic composition of honey samples of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from the Cerrado of Pirassununga campus, University of São Paulo, in Pirassununga, State of São Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL BEES, 8.; ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 6., 2004, Ribeirão Preto. **Proceedings ...** Ribeirão Preto: IBRA, 2004. p. 585.

ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A. Espectro polínico de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera: Apidae). **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 28, p. 65-70, 2006.

ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; JUSTINA, G. **Sistema de produção para abelhas sem ferrão**: uma proposta para o Estado da Bahia. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2005a. 18 p. (Série Meliponicultura, 3).

ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L. de; JUSTINA, G. **Custo de produção de mel: uma proposta para abelhas africanizadas e meliponíneos**. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2005b. 14 p. (Série Meliponicultura, 2).

ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 644-650, 2005c.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Arlington, 1984. 1141 p.

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

BAZLEN, K. **Charakterisierung von Honigen stachelloser Bienen aus Brasilien**. 2000. 141 p. Thesis (Thesis-Doktor) - Eberhard-Karl Universität, Tübingen, 2000.

BIJLSMA, L.; BRUIJN, L.L.M.; MARTENS, E.P.; SOMMEIJER, M.J. Water content of stingless bee honeys (Apidae, Meliponini): interspecific variation and comparison with honey of *Apis mellifera*. **Apidologie**, Versailles, v. 37, p. 480-486, 2006.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMANN, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. **Apidologie**, Versailles, n. esp., p. 3-59, 1997.

BOGDANOV, S.; VIT, P.; KILCHENMANN, V. Sugar profiles and conductivity of stingless bee honeys from Venezuela. **Apidologie**, Versailles, v. 27, p. 445-450, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000**, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo_intrnorm11.htm>. Acesso em: 11 jul. 2003.

BRUIJN, L.L.M.; SOMMEIJER, M.J. The composition and properties of honeys of stingless bees (*Melipona*). In: TALLER REGIONAL PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO DE LA APICULTURA REGIONAL, 2., 1998, Heredia. **Memorias ...** Heredia: FMVZ; UADY, 1998. p. 24-42.

CAMARGO, J.M.F.; MENEZES-PEDRO, S.R. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. **Apidologie**, Versailles, v. 23, p. 509-522, 1992.

CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A. **Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos**. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2003. 42 p. (Série Meliponicultura, 1).

CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para caracterização físico-química**. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2005. 32 p. (Série Meliponicultura, 4).

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Norma regional europea para miel**: CAC/RS 12-1969. Roma: FAO; OMS, 1969. 29 p.

_____. **Revised codex standard for honey**: CODEX STAN 12-1981. Rome: FAO, 1987. 17 p.

_____. **Revised codex standard for honey**: CODEX STAN 12-1981. Rome: FAO, 2001. 7 p.

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES. **Miel de abejas: métodos de ensayo**; COVENIN 2136-84, Caracas, 1984a. 32 p.

_____. **Miel de abejas**; COVENIN 2194-84, Caracas, 1984b. 5 p.

CORTOPASSI-LAURINO, M. Comparing some physico-chemical parameters between stingless bee and Africanized *Apis mellifera* honeys from Brazil. In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 35., 1997, Antwerp. **Proceedings ...** Antwerp: IBRA, 1997. p. 351.

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

DENADAI, J.M.; RAMOS-FILHO, M.M.; COSTA, D.C. Caracterização físico-química de mel de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) do município de Campo Grande - MS. Obtenção de parâmetros para análise de rotina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: CBA, 2002. p. 80.

ENRÍQUEZ, E.; MONROY, C.; SOLÍS, A. Importancia de las abejas sin aguijón y el estado actual de la meliponicultura para los pobladores del pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa - Guatemala. In: SEMINARIO MEXICANO DE ABEJAS SIN AGUIJÓN, 2., 2001, Yucatán. **Memorias ...** Yucatán: FMVZ; UADY, 2001. p. 36-39.

ENRÍQUEZ, E.; YURRITA, C. Conocimiento tradicional sobre la biología y manejo de abejas sin aguijón en Chiquimula. In: SEMINARIO TALLER Y CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE ETNOVETERINARIA, ETNOZOOTECNIA Y CIENCIAS AFINES, 1., 2004, San Carlos de Guatemala. **Memorias ...** Guatemala: ASOVAC, 2004. p. 64-71.

ENRÍQUEZ, E.; YURRITA, C.; ALDANA, C.; OCHEITA, J.; JÁUREGUI, R.; CHAU, P. Conocimiento tradicional acerca de la biología y manejo de abejas nativas sin aguijón en Chiquimula. **Agricultura**, Madrid, v. 8, p. 27-30, 2005.

EVANGELISTA-RODRÍGUES, A.; SILVA, E.M.; BESERRA, E.M.; RODRÍGUES, M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado de Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1166-1171, 2005.

FAO. **Guidelines for good agricultural practices**. Brasília: FAO; EMBRAPA, 2002. 298 p.

GONNET, M.; LAVIE, P.; NOGUEIRA-NETO, P. Étude de quelques caractéristiques des miels récoltés para certains Méliponines brésiliens. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Montrouge, v. 258, p. 3107-3109, 1964.

GRAJALES-C, J.; RINCON-R, M.; VANDAME, R.; SANTISTEBAN-N, A.; GUZMÁN-D, M. Características físicas, químicas y efecto microbiológico de mieles de Meliponinos y *Apis mellifera* de la región Soconusco, Chiapas. In: SEMINARIO MEXICANO SOBRE ABEJAS SIN AGUIJÓN, 2., 2001, Mérida. **Memorias ...** Mérida: FMVZ; UADY, 2001. p. 61-66.

HEARD, T.A. Propagation of hives *Trigona carbonaria* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Australian Entomological Society**, Brisbane, v. 27, p. 303-304, 1988.

_____. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 44, p. 183-206, 1999.

HEARD, T.A.; DOLLIN, A.E. Stingless beekeeping in Australia: snapshot of an infant industry. **Bee World**, Bucks, v. 81, p. 116-125, 2000.

KERR, W.E. Abelhas indígenas brasileiras (meliponíneos) na polinização e na produção de mel, pólen, geoprópolis e cera. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, p. 15-22, 1987.

MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; TEIXEIRA, G.M.; RUBIA, V.R. Características físico-químicas de amostras de méis da abelha Uruçu (*Melipona scutellaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 201.

MATSUDA, A.H.; BASTOS, D.H.M.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Main sugar composition in Meliponinae honey: preliminary study. In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 39., 2005, Dublin. **Proceedings ...** Dublin: IBRA, 2005. p. 37.

McKENZIE, E. Growing up with aborigines. **The Queensland Naturalist**, Queensland, v. 21, p. 46-51, 1975.

MEDINA-CAMACHO, M. Algunas consideraciones sobre la comercialización de miel de meliponinos. In: SEMINARIO MESOAMERICANO SOBRE ABEJAS SIN AGUIJÓN, 3., 2003, Tapachula. **Memorias ...** Tapachula: FMVZ; UADY, 2003. p. 62-64.

MICHENER, C.D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000. 913 p.

MORENO, E.F.; CASANOVA, O.R.; DÍAZ, J.L. La meliponicultura y la tradición de uso de las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponinae) en el Estado Táchira-Venezuela. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE APICULTURA DE LOS ANDES, 1., 2005, San Cristóbal. **Memorias ...** San Cristóbal: ASOVAC, 2005. p. 17-21.

NATES-PARRA, G. Las abejas silvestres del piedemonte llanero: las abejas sin aguijón. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE APICULTURA DE LOS ANDES, 1., 2005, San Cristóbal. **Memorias ...** San Cristóbal: ASOVAC, 2005. p. 21-23.

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

PAMPLONA, B.C. **Exame dos elementos químicos inorgânicos encontrados em méis brasileiros de *Apis mellifera* e suas relações físico-biológicas**. 1989. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

PETRIE, C.C. **Tom Petrie's reminiscences of early Queensland**. Santa Lucia: University of Queensland Press, 1904. 320 p.

RIVERO ORAMAS, R. **Abejas criollas sin aguijón**. Caracas: Monte Ávila Editores, 1972. 110 p.

RODRIGUES, A.C.L.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de. Análises de mel de *Apis mellifera* L. 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 73, p. 255-262, 1998.

ROUBIK, D.W. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 56, p. 327-355, 1983.

_____. **Ecology and natural history of tropical bees**. Victoria: Cambridge University Press, 1992. 514 p.

_____. Honey biodiversity. In: SEMINARIO MESOAMERICANO SOBRE ABEJAS SIN AGUIJÓN, 3., 2003, Tapachula. **Memórias ...** Tapachula: FMVZ; UADY, 2003. p. 45-47.

SANTIESTEBAN-HERNÁNDEZ, A.; CUADRIELLO, J.A.; LOPER, G. Comparación de parámetros físico-químicos de mieles de abejas sin aguijón y *Apis mellifera* de la región del Sonocusco, Chiapas, Mexico. In: SEMINARIO MESOAMERICANO SOBRE ABEJAS SIN AGUIJÓN, 3., 2003, Tapachula. **Memorias ...** Tapachula: FMVZ; UADY, 2003. p. 60-61.

SCHWARZ, H. Stingless bees (Meliponidae) of the Western Hemisphere. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 90, p. 1-546, 1948.

SILVA, R.A.; AQUINO, I.S.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; ALMEIDA, M.J.O. Physical-chemical analysis of the honey of zamboque bee (*Frieseomelitta* sp.) of the Seridó zone of Paraíba. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL BEES, 8.; ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 6., 2004, Ribeirão Preto. **Proceedings ...** Ribeirão Preto: IBRA, 2004. p. 551.

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

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

SOUZA, D.C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicas de méis de Tiúba (*Melipona compressipes*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 267-268.

SOUZA, R.C.S.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; OLIVEIRA, F.P.M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, p. 333-336, 2004b.

VILLANUEVA-GUTIERREZ, R.; ROUBIK, D.W.; COLLI-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatan Peninsula. **Bee World**, Bucks, v. 86, p. 35-41, 2005.

VILLAS-BÔAS, J.K.; MALASPINA, O. Physical-chemical analysis of *Melipona compressipes* and *Melipona seminigra* honey of Boa Vista do Ramos, Amazonas, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL BEES, 8.; ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 6., 2004, Ribeirão Preto. **Proceedings ...** Ribeirão Preto: IBRA, 2004. p. 729.

_____. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 82, p. 6-16, 2005.

VIT, P.; BOGDANOV, S.; KILCHENMANN, V. Composition of Venezuelan honeys from stingless bees (Apidae: Meliponinae) and *Apis mellifera* L. **Apidologie**, Versailles, v. 25, p. 278-288, 1994.

VIT, P.; FERNÁNDEZ-MAESO, M.C.; ORTIZ-VALBUENA, A. Potential use of three frequently occurring sugars in honey to predict stingless bee entomological origin. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, p. 5-8, 1998.

VIT, P.; MEDINA, M.; ENRÍQUEZ, E. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. **Bee World**, Bucks, v. 85, p. 2-5, 2004.

VIT, P.; PERSANO-ODDO, L.; MARANO, M.L.; SALAS DE MEJÍAS, E. Venezuelan stingless bee honeys characterized by multivariate analysis of physicochemical properties. **Apidologie**, Versailles, v. 29, p. 377-389, 1998.

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINAE) DO ESTADO DA BAHIA

Resumo

O mel produzido pelos meliponíneos é um produto que tem apresentado uma demanda crescente de mercado, obtendo preços mais elevados que o das abelhas do gênero *Apis*. No entanto, ainda são poucos os estudos que possibilitem definir padrões de qualidade para a sua comercialização. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo determinar as características físico-químicas de amostras de mel produzido por abelhas sem ferrão do Estado da Bahia, contribuindo para o estabelecimento de normas para seu controle de qualidade. Foram analisadas as características físico-químicas de 47 amostras de mel produzido por 11 espécies de abelhas sem ferrão de diferentes localidades do estado, colhidas no período de dezembro de 2004 a maio de 2006. Com exceção da umidade, os valores médios obtidos para as características físico-químicas atenderam aos critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação brasileira para mel. Considerando o número de amostras desclassificadas pelo não atendimento aos limites de açúcares redutores, valores mínimos para esta característica também necessitarão ser ajustados para melhor atender ao mel dos meliponíneos, bem como critérios para a utilização da atividade diastásica em mel de *Melipona*.

Palavras-chave: Mel de abelhas sem ferrão; Controle de qualidade; Características físico-químicas

Abstract

The honey produced by meliponid is a product that has been presenting a growing market demand, obtaining higher prices than the ones practiced for the genus *Apis*. However, there are few studies on the definition of quality standards for its commercialization. The aim of this work was to determine the physico-chemical characteristics of samples of stingless bees honey from Bahia State, Brazil, contributing to the establishment of standards for its quality control. The physico-chemical characteristics of 47 honey samples, produced by 11 species of stingless bees from different places of Bahia State, and collected from December 2004 to May 2006, were analyzed. Except for the moisture content, the medium values fulfilled the quality criteria established by the Brazilian honey legislation. Regarding the number of disqualified honey samples under the limits of reducing sugars, minimum values for this characteristic will also need to be adjusted in order to attend meliponid honeys, as well as criteria for use of diastasic activity in *Melipona* honey.

Keywords: Stingless bees honey; Quality control; Physico-chemical characteristics

3.1 Introdução

Produzido naturalmente pelas abelhas, o mel pode ser elaborado a partir do néctar das flores ou das secreções de partes vivas das plantas ou, ainda, das excreções de insetos sugadores. No primeiro caso é chamado de mel floral, enquanto que no segundo e terceiro é conhecido por mel de melato (BRASIL, 2000; CAMPOS; BAPTISTA, 2001).

É caracterizado como um produto semi-líquido, constituído por uma mistura complexa de carboidratos, principalmente glicose e frutose, além da presença de outros açúcares como traços. Além disso, ácidos orgânicos, lactonas, aminoácidos, minerais, vitaminas, enzimas, pólen, cera e pigmentos estão presentes (FALLICO et al., 2004). Sua composição química varia conforme o tipo de abelha, a origem do néctar, a natureza do solo, o estado fisiológico da colônia, o estágio de maturação do mel e as condições meteorológicas, constituindo-se em dificuldade para o controle de qualidade do mel (CRANE, 1985; SODRÉ, 2000).

No Brasil, a produção de mel está diretamente relacionada às abelhas *Apis mellifera* e aos meliponíneos (ALVES, 1996).

3.1.1 O mel dos meliponíneos

O mel dos meliponíneos, também conhecidos por abelhas sem ferrão, é um produto que tem apresentado uma demanda crescente de mercado, obtendo preços mais elevados que o das abelhas do gênero *Apis*. Mesmo assim, ainda são poucos os estudos sobre as suas características físico-químicas, que auxiliem na definição de padrões de qualidade para a sua comercialização (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; CARVALHO; ALVES; SOUZA, 2003), sendo que a maioria dos trabalhos que objetivam ao melhor conhecimento deste produto leva em consideração padrões e características estabelecidas para o mel de *A. mellifera*.

As análises físico-químicas indicadas pela Legislação brasileira para a identidade e qualidade do produto mel são a umidade, a sacarose aparente, os açúcares redutores, os sólidos insolúveis em água, os minerais, a acidez, a atividade diastásica e o hidroximetilfurfural (BRASIL, 2000). Estas análises contribuem para a fiscalização de méis importados e para o controle de qualidade do mel produzido internamente, sendo seus resultados comparados com os padrões citados por órgãos oficiais internacionais ou com os estabelecidos pelo próprio país (MARCHINI; SOUZA, 2006).

A tentativa de aplicar estas normatizações internacionais, ou mesmo nacionais, estabelecidas para mel de *A. mellifera* têm a possibilidade de gerar problemas quanto à avaliação da qualidade do mel produzido pelos meliponíneos. A atividade diastásica, por exemplo, é citada por Huidobro et al. (1995), como uma das principais características para a avaliação do “frescor” do mel, juntamente com o teor de hidroximetilfurfural (HMF). No entanto, a atividade desta enzima, adicionada ao mel pelas próprias abelhas, apresenta variações entre os gêneros de abelhas sem ferrão, sendo considerada baixa em *Melipona* spp. e *Scaptotrigona* spp. (VIT; PULCINI, 1996), sugerindo a necessidade de diferentes critérios para avaliação da qualidade deste produto.

Além disto, Fallico et al. (2004) citam modificações feitas pela *Codex Alimentarius Commission* (CAC) na definição do produto mel, sendo considerado como a “substância natural, doce produzida por todas as abelhas melíferas a partir de néctar de plantas ou de secreções de partes vivas de plantas...”, incluindo-se nesta definição as demais espécies de abelhas, e não somente *A. mellifera*.

A partir da abrangência proporcionada por esta nova definição para o produto, a *International Honey Commission* (IHC) criou um grupo de trabalho para a definição de padrões de qualidade para produtos das abelhas, onde se incluiu o mel produzido pelas abelhas sem ferrão. Neste sentido, diversos estudos vêm sendo realizados no sentido de construir uma base de dados para auxiliar nestas definições (e.g. SOUZA et al., 2006; VIT et al., 2006a, b; ALMEIDA-MURADIAN; BARION, 2007; ALMEIDA-MURADIAN; MATSUDA; BASTOS, 2007). As informações advindas destes trabalhos, além de divulgados por meio de publicações nacionais e internacionais, também são compartilhadas durante as reuniões anuais do IHC, como a última realizada em Melbourne durante a APIMONDIA 2007.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi determinar as características físico-químicas de amostras de mel produzido por espécies de meliponíneos do Estado da Bahia, contribuindo com informações para o estabelecimento de normas para controle de qualidade deste produto.

3.2 Material e Métodos

Foram utilizadas para este estudo 47 amostras de mel de abelhas sem ferrão, produzido pelas seguintes espécies: *Frieseomelitta varia* (01 amostra), *Melipona asilvai* (07 amostras), *M. mandacaia* (02 amostras), *M. quadrifasciata anthidioides* (09 amostras), *M. scutellaris* (15 amostras), *Nannotrigona testaceicornis* (03 amostras), *Scaptotrigona tubiba* (01 amostra), *S. xanthotricha* (02 amostras) e *Tetragonisca angustula* (05 amostras). Em duas amostras provenientes de Itaberaba, somente o gênero das abelhas foi informado, sendo *Partamona* sp. (01 amostra) e *Scaptotrigona* sp. (01 amostra). As amostras foram colhidas entre o período de dezembro de 2004 e maio de 2006, provenientes de diferentes localidades do Estado da Bahia (Figura 3.1 e Tabela 3.1) em suas respectivas épocas de produção. As características ambientais dos locais de colheita são apresentadas na Tabela 3.2.

Figura 3.1 - Distribuição espacial dos pontos de colheita das amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) no Estado da Bahia

Tabela 3.1 - Locais de colheita (localidade e coordenadas), espécies de abelhas produtoras e codificação das amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

Locais	Coordenadas	Espécies	Amostras
Camaçari	12°58'S/38°15'O	<i>Melipona scutellaris</i>	7, 14, 16
		<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	24, 25, 26
		<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	3
Cruz das Almas	12°40'S/39°06'O	<i>M. scutellaris</i>	34
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	39, 41
Itaberaba	12°31'S/40°18'O	<i>M. asilvai</i>	28, 30, 31, 33
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	32
		<i>Partamona</i> sp.	27
		<i>Scaptotrigona</i> sp.	29
Porto de Sauípe	12°22'S/37°53'O	<i>Frieseomelitta varia</i>	37
		<i>M. scutellaris</i>	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 36
		<i>S. xanthotricha</i>	17
		<i>S. tubiba</i>	18
		<i>Tetragonisca angustula</i>	20, 22, 23
Quijingue	10°45'S/39°13'O	<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	38
Salgadália	11°27'S/39°10'O	<i>M. asilvai</i>	42, 43, 44
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	40, 45, 46, 47
Salvador	12°59'S/39°26'O	<i>T. angustula</i>	19, 21
São Gabriel	11°13'S/41°54'O	<i>M. mandacaia</i>	1, 2
Serrinha	11°39'S/39°04'O	<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	35

As amostras foram obtidas por meio de sucção com seringa descartável ou bomba elétrica, sendo armazenadas em potes plásticos de 200mL, de fechamento hermético e mantidas sob refrigeração (aproximadamente 5,0°C) até realização das análises no Laboratório de Insetos Úteis,

setor de Entomologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, campus de Piracicaba-SP.

Tabela 3.2 - Características ambientais dos locais de colheita das amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

Locais	Altitude (m)	Clima	Temperatura média (°C)	Precipitação média (mm)
Camaçari	11	Úmido	24,5	1976,3
Cruz das Almas	217	Úmido a Subúmido e Subúmido a Seco	24,3	1146,0
Itaberaba	280	Semi-Árido	24,6	762,6
Porto de Sauípe	9	Úmido	24,7	1422,3
Quijingue	350	Árido e Semi-Árido	23,9	335,8
Salgadália	383	Semi-Árido	23,9	641,9
Salvador	8	Úmido	25,3	2098,9
São Gabriel	646	Semi-Árido	24,8	492,6
Serrinha	360	Subúmido a Seco e Semi-Árido	23,6	942,4

Fonte: SEI, 2004

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: umidade (ATAGO Co., 1988; 2007), atividade diastásica (C.A.C., 1990), pH e acidez (MORAES; TEIXEIRA, 1998), índice de formol (MORAES, 1994), cinzas (PREGNOLATO, 1985), cor (BIANCHI, 1986), viscosidade (ASTM, s.d.p), condutividade elétrica (B.O.E., 1986), açúcares redutores, redutores totais e sacarose (COPERSUCAR, 1987, com modificações de MARCHINI; SODRÉ; MORETI, 2004); hidroximetilfurfural (A.O.A.C., 1992), proteína (SILVA; QUEIROZ, 2002) e atividade de água (a_w) (SCOTT; CLAVERO; TROLLER, 2001; DECAGON, 2005).

As informações obtidas sobre os méis foram processadas usando o programa SAS/STAT (SAS, 2004). As amostras foram analisadas pelo método de *biplot* e de componentes principais (GABRIEL, 1971), e análise de agrupamento considerando as características físico-químicas gerais das amostras de mel, características por local de colheita e por espécie de abelha produtora sendo utilizada a distância euclidiana e o método UPGMA (*unweighted pair-group average*). Para algumas amostras de mel, principalmente as produzidas por *N. testaceicornis*, não foi possível

realizar todas as análises físico-químicas devido ao reduzido volume de mel disponível. Estes dados faltantes, indicados na Tabela 3.3, foram estimados pela técnica de imputação múltipla (BERGAMO; DIAS; KRZANOWSKI, 2007). Para montagem dos *biplots* foi utilizado o programa Statgraphics (STATPOINT, 2005).

Para atividade diastásica, especificamente relacionada às amostras de mel do gênero *Melipona*, não foi conseguida leitura que permitisse quantificar a atividade desta enzima. Desta forma, esta característica não foi considerada nas análises estatísticas realizadas.

3.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para as análises físico-químicas das 47 amostras de mel de abelhas sem ferrão são apresentados na Tabela 3.3. Valores de acidez, atividade diastásica, HMF, açúcares (redutores totais, redutores e sacarose) e umidade são apresentados com só um decimal, como sugerido por Bogdanov, Martin e Lullmann (1997). Os dados imputados são destacados nessa Tabela.

Considerando a revisão sobre as características físico-químicas do mel de abelhas sem ferrão apresentada no Capítulo 2 e sua publicação (SOUZA et al., 2006), as informações obtidas no presente trabalho serão discutidas principalmente com base nesta referência e em outros trabalhos publicados após este artigo. Ressalta-se que apesar do grande impulso que vêm sendo dado ao conhecimento deste produto das abelhas sem ferrão, muitas das informações existentes estão publicadas como resumos em anais de eventos e reuniões científicas, com poucas publicações em periódicos científicos.

Tabela 3.3 - Características físico-químicas (umidade, atividade diastásica, pH, acidez, índice de formol, cinzas, cor, viscosidade condutividade elétrica, açúcares redutores totais, açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural, proteína e atividade de água), determinadas para amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia, Brasil

(continua)

Espécies*	Amo	Umí	Dia	pH	Aci	IF	Cin	Cor	Vis	Cond	AT	AR	Sac	HMF	Pro	a_w
<i>F. varia</i>	37	21,0	4,1	3,75	86,3	17,07	0,31	0,579	1480,0	1000,7	87,1	77,1	9,5	7,9	0,70	0,618
<i>M. asilvai</i>	28	41,2	...	3,25	74,7	6,05	0,05	0,300	20,0	362,0	59,3	57,2	2,1	3,8	0,50	0,824
	30	39,8	...	3,46	42,0	9,01	0,06	0,236	10,0	351,0	63,2	59,3	3,5	42,8	0,28	0,797
	31	41,4	...	3,23	72,4	9,05	0,05	0,298	30,0	410,7	61,0	59,5	1,4	4,6	0,08	0,812
	33	43,8	...	3,16	70,4	6,03	0,01	0,272	10,0	374,7	57,9	55,8	1,9	9,0	0,78	0,851
	42	31,5	...	4,08	25,3	7,08	0,13	0,163	20,0	665,5	59,7	56,3	3,2	0,8	0,21	0,759
	43	34,0	...	3,72	63,3	7,03	0,18	0,216	50,0	871,5	60,1	50,6	9,0	7,7	0,23	0,746
	44	31,0	...	3,96	31,5	7,11	0,16	0,233	40,0	790,0	95,6	93,1	2,3	34,3	0,25	0,754
<i>M. mandacaiá</i>	1	31,8	...	4,14	19,0	11,01	0,09	0,154	80,0	255,0	75,2	74,7	0,4	1,5	0,25	0,757
	2	31,0	...	3,27	56,4	6,04	0,08	0,344	120,0	312,3	81,9	76,3	5,3	60,2	0,09	0,740
<i>M. quadrifasciata</i>	32	35,8	...	3,22	88,6	5,03	0,09	0,167	60,0	506,3	64,7	62,8	1,8	6,0	0,36	0,777
<i>anthidioides</i>																
	35	33,0	...	4,62	24,1	5,02	0,17	0,171	20,0	591,3	81,8	76,8	4,8	22,6	0,30	0,776
	38	31,0	...	3,46	56,0	9,01	0,07	0,602	70,0	620,0	68,4	66,5	1,8	18,8	0,08	0,738
	39	29,5	...	3,53	62,3	7,04	0,13	0,669	100,0	682,0	64,1	56,2	7,4	32,1	0,49	0,725
	40	31,0	...	4,23	20,1	4,02	0,12	0,396	50,0	527,0	83,4	80,9	2,4	23,2	0,11	0,765
	41	31,0	...	3,48	64,3	5,02	0,08	0,577	40,0	535,5	83,6	83,2	0,3	4,7	0,22	0,749
	45	32,5	...	4,72	14,3	3,06	0,06	0,402	10,0	389,5	67,1	60,2	6,6	12,2	0,19	0,784

Tabela 3.3 - Características físico-químicas (umidade, atividade diastásica, pH, acidez, índice de formol, cinzas, cor, viscosidade condutividade elétrica, açúcares redutores totais, açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural, proteína e atividade de água), determinadas para amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia, Brasil

(continua)

Espécies*	Amo	Umí	Dia	pH	Aci	IF	Cin	Cor	Vis	Cond	AT	AR	Sac	HMF	Pro	a _w
<i>M. quadrifasciata</i>	46	33,0	...	4,28	18,2	4,04	0,12	0,373	50,0	504,5	65,4	64,7	0,7	21,7	0,60	0,770
<i>anthidioides</i>	47	32,0	...	4,34	17,2	4,04	0,09	0,363	30,0	583,5	65,4	63,3	2,0	3,1	0,23	0,763
<i>M. scutellaris</i>	4	30,3	...	5,42	8,1	6,05	0,29	0,172	90,0	728,7	78,3	77,1	1,1	1,5	0,34	0,722
	5	29,1	...	4,08	15,2	7,06	0,20	0,156	130,0	572,3	71,4	71,1	0,2	0,8	0,30	0,712
	6	29,4	...	4,68	12,1	8,01	0,24	0,151	120,0	685,0	71,9	71,6	0,4	0,8	0,08	0,715
	7	28,8	...	6,50	5,1	5,05	0,21	0,128	130,0	485,7	89,2	87,2	1,9	8,4	1,21	0,711
	8	28,8	...	4,56	17,2	16,12	0,20	0,180	160,0	615,0	68,0	67,8	0,2	0,0	0,04	0,690
	9	27,4	...	4,32	16,1	7,05	0,18	0,249	220,0	586,3	62,3	60,5	1,7	0,0	0,04	0,662
	10	28,7	...	4,58	13,0	7,00	0,22	0,111	140,0	588,7	66,2	59,7	6,2	0,8	0,09	0,681
	11	30,2	...	4,02	18,2	6,06	0,11	0,122	110,0	500,7	69,6	69,0	0,5	0,0	0,04	0,686
	12	27,7	...	4,42	16,2	6,06	0,24	0,235	220,0	564,7	73,0	72,8	0,2	0,8	0,25	0,669
	13	31,0	...	4,24	18,0	5,00	0,18	0,158	80,0	534,0	59,7	57,8	1,8	0,0	0,46	0,709
	14	31,0	...	3,90	53,3	9,06	0,33	0,356	50,0	905,7	59,5	56,7	2,7	12,9	0,30	0,736
	15	28,0	...	3,98	18,2	7,07	0,15	0,193	150,0	540,0	75,0	70,0	4,7	0,0	0,09	0,708
	16	29,8	...	3,83	34,2	7,04	0,08	0,540	150,0	355,7	95,2	92,5	2,6	0,8	0,17	0,720
	34	26,8	...	4,24	24,0	8,01	0,14	0,324	120,0	556,3	84,3	83,5	0,8	2,3	0,18	0,734
	36	30,0	...	3,62	29,1	5,01	0,06	0,122	10,0	334,3	65,6	63,3	2,2	0,8	0,17	0,743

Tabela 3.3 - Características físico-químicas (umidade, atividade diastásica, pH, acidez, índice de formol, cinzas, cor, viscosidade condutividade elétrica, açúcares redutores totais, açúcares redutores, sacarose, hidroximetilfurfural, proteína e atividade de água), determinadas para amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia, Brasil

(conclusão)

Espécies*	Amo	Umí	Dia	pH	Aci	IF	Cin	Cor	Vis	Cond	AT	AR	Sac	HMF	Pro	a_w
<i>N. testaceicornis</i>	24	28,3	6,9	4,00	40,8	8,83	0,27	0,363	147,4	675,1	52,2	44,3	7,5	9,6	0,47	0,728
	25	27,8	10,0	4,00	40,8	8,83	0,29	0,363	147,4	675,1	67,1	66,6	0,4	9,6	0,20	0,728
	26	27,5	5,7	4,00	40,8	8,83	0,21	0,363	147,4	675,1	62,0	56,2	5,5	9,6	0,60	0,728
<i>Partamona</i> sp.	27	36,6	7,6	3,82	24,1	10,06	0,07	0,269	30,0	320,7	50,6	46,5	3,9	0,8	0,13	0,810
<i>Scaptotrigona</i> sp.	29	35,8	3,8	3,28	116,8	12,09	0,25	0,344	40,0	1090,3	62,0	59,5	2,3	2,3	0,56	0,762
<i>S. tubiba</i>	18	32,4	5,4	3,50	56,0	6,00	0,21	0,132	70,0	746,0	66,1	66,0	0,2	0,0	0,33	0,733
<i>S. xanthotricha</i>	3	42,1	4,1	3,92	59,5	8,06	0,29	1,369	10,0	915,7	58,0	55,8	2,0	6,8	2,37	0,837
<i>T. angustula</i>	17	33,3	3,7	3,67	52,2	5,02	0,17	0,171	60,0	800,0	66,1	64,8	1,3	2,3	0,04	0,745
	19	26,5	7,1	3,98	58,4	41,30	0,41	0,995	370,0	1769,7	65,3	57,8	7,1	21,2	1,03	0,660
	20	27,0	3,3	4,05	59,1	27,20	0,34	0,355	310,0	955,7	84,5	75,6	8,5	4,5	0,54	0,609
	21	24,7	11,0	3,51	54,0	14,80	0,45	1,086	760,0	675,1	65,4	59,4	5,7	9,9	1,38	0,598
	22	26,9	9,4	4,69	21,1	9,80	0,29	0,409	360,0	675,1	65,5	56,5	8,6	0,8	0,44	0,636
	23	27,9	3,8	3,12	72,0	12,20	0,28	0,466	260,0	675,1	64,9	61,6	3,1	3,0	0,59	0,644

Amo: Amostra; Umí: Umidade (%); Dia: Atividade diastásica (Gothe); Aci: Acidez (meq.kg⁻¹); IF: Índice de formol (mL.kg⁻¹); Cin: cinzas (%); Vis: Viscosidade (mPa.s); Cond: Condutividade elétrica (μS.cm⁻¹); AT: Açúcares redutores totais (%); AR: Açúcares redutores (%); Sac: Sacarose (%); HMF: Hidroximetilfurfural (mg.kg⁻¹); Pro: Proteína (%); a_w : atividade de água.

*F: *Friesiomeletta*; M: *Melipona*; N: *Nannotrigona*; T: *Tetragonisca*

Valores imputados são destacados por sublinhado.

3.3.1 Umidade

Os valores de umidade variaram de 21,0 a 43,8% nas amostras de mel de abelhas sem ferrão, sendo constatada uma reprovação de todas as amostras por apresentarem esta característica acima do máximo permitido pela Legislação brasileira para mel (BRASIL, 2000). Esta característica de valores elevados de umidade pode ser considerada como regra para méis de meliponíneos, influenciando outras características como viscosidade, fluidez e conservação.

Esta umidade elevada já foi constatada para *M. asilvai* (SOUZA et al., 2004a), *M. compressipes* (SOUZA; BAZLEN, 1998; OLIVEIRA et al., 2006; ALMEIDA-MURADIAN; MATSUDA; BASTOS, 2007), *M. favosa* (BIJLSMA et al., 2006), *M. mandacaia* (ALVES et al., 2005), *M. quadrifasciata* (PAMPLONA, 1989; ALMEIDA, 2002), *M. scutellaris* (MARCHINI et al., 1998; CARVALHO et al., 2005; EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005), *M. seminigra* (SOUZA et al., 2004b) e *Tetragonisca angustula* (RODRIGUES; MARCHINI, CARVALHO, 1998; AZEREDO et al., 2000; ALMEIDA-ANACLETO, 2007). Estes autores determinaram valores de umidade variando de 16,7 a 45,0%, considerados extremamente elevados quando confrontados com a variação normalmente apresentada por mel de *Apis* que, segundo Kerr; Carvalho e Nascimento (1996) e Azeredo et al. (1998), é de 15,0 a 21,0%.

3.3.2 Atividade diastásica

Para a atividade diastásica os valores variaram de 3,3 a 11,0 Gothe, sendo esses extremos verificados em méis de *T. angustula*. Ressalta-se que em nenhuma das amostras de *Melipona* analisadas foi obtida leitura da atividade desta enzima. O valor mínimo aceitável pela Legislação brasileira (BRASIL, 2000) é de 3,0 Gothe. Sua principal relevância diz respeito à sua sensibilidade ao calor, sendo recomendada para avaliar a qualidade do mel, fornecendo indicações sobre o grau de conservação e superaquecimento (BOGDANOV et al., 1999).

No geral as informações existentes sobre esta enzima a consideram como de baixa atividade em espécies de *Melipona*. Vit e Pulcini (1996) encontraram 2,6 Gothe como o menor valor em amostras de mel das espécies *M. compressipes compressipes*, *M. favosa favosa*, *M. lateralis kangarumensis*, *M. paraensis* e *Scaptotrigona*. O maior valor (35,6 Gothe) foi determinado por estes autores em amostras de mel da tribo Trigonini. Valores compilados por Souza et al. (2006) variaram entre 0,9 a 23,0 Gothe para diversas espécies de meliponíneos. Já Almeida-Anacleto (2007) encontrou variações de 3,16 a 54,11 Gothe para espécies de

meliponíneos de Piracicaba, nenhuma pertencente à *Melipona*. Já para méis de *T. angustula*, Almeida-Muradian e Barion (2007) encontraram atividade diastásica de 16,6 Gothe.

Esta inconstância dos resultados obtidos para atividade diastásica, também verificada para mel de *Apis*, levou White Júnior (1994) a questionar o uso desta enzima como um indicador de qualidade do mel devido à grande variação na quantidade desta enzima em méis recém-colhidos e não aquecidos, sugerindo a exclusão desta análise por ser um teste redundante, enganoso e variável. Sugestão semelhante é apresentada por Tosi et al. (2008), por considerarem que os diferentes comportamentos de atividade desta enzima fazem dela uma característica incerta para avaliação de méis submetidos a tratamentos térmicos. Desta forma Vit e Pulcini (1996) sugerem que padrões de qualidade para mel de abelhas sem ferrão devem considerar valores diferentes de atividade diastásica nestes méis. Uma proposta apresentada por Bonvehí; Torrento e Raich (2000) é a substituição da quantificação da diastase pela da invertase, por esta última ser mais sensível ao aquecimento e representar com maior segurança o frescor do produto.

Mesmo na presença destas opiniões divergentes, há o consenso sobre a baixa atividade desta enzima em mel de *Melipona* assim, ao invés de objetivar a verificação da qualidade do mel produzido, a diastase poderia vir a se constituir em um marcador para méis produzidos por este gênero, atestando a sua origem entomológica. Para isso são necessários ainda mais estudos sobre a produção desta enzima pelas abelhas sem ferrão.

3.3.3 pH, acidez e índice de formol

Os valores de pH e acidez determinados variaram entre 3,12 e 6,50, e 5,1 e 116,8 meq.kg⁻¹, respectivamente. Destaca-se o valor de pH determinado para a amostra 7, de 6,50, chegando quase a atingir a neutralidade. No total, 19 amostras, correspondendo a 40,4%, foram consideradas impróprias para o consumo humano direto, considerando os valores de referência para acidez estabelecidos pela Legislação brasileira que normatiza o mel. Para pH não há valores estabelecidos nessa norma.

O pH e a acidez são considerados importantes fatores antimicrobianos, provendo maior estabilidade ao produto quanto ao desenvolvimento de microrganismos. Embora ainda exista alguma discussão a este respeito, é fácil compreender a sua relevância quando se considera que vários microrganismos patogênicos para os animais têm um pH ótimo para o seu crescimento na faixa de 7,2 a 7,4, embora algumas bactérias causadoras de enfermidades se desenvolvam na faixa

de 4,0 a 4,5 (NOGUEIRA-NETO, 1997). Mesmo com a presença desta barreira natural, a fisiologia de muitos bolores e leveduras permite a sua adaptação a essas condições adversas, crescendo em substratos com concentrações de açúcares intoleráveis para as bactérias, já que não são tão sensíveis às altas pressões osmóticas (LACAZ-RUIZ, 2000). O desenvolvimento destes microrganismos, juntamente com conteúdo mineral, atividade enzimática e textura, podem levar a alterações de valores de pH e acidez livre do mel (CAVIA et al., 2007).

Para estas características, Souza et al. (2006) relatam valores de pH variando entre 3,15 e 4,66, e de acidez entre 5,9 e 109,0 meq.kg⁻¹; enquanto Almeida-Anacleto (2007) encontrou esses valores variando entre 3,27 e 4,64, e 7,5 e 166,0 meq.kg⁻¹, respectivamente. Em méis da região amazônica, analisados por Almeida-Muradian; Matsuda e Bastos (2007), esses valores ficaram entre 3,41 e 4,06, e 20,6 e 25,3 meq.kg⁻¹. Para méis de *M. compressipes*, Oliveira et al. (2006) encontraram valores médios de 3,3 para pH e de 91,1 meq.kg⁻¹ para acidez.

Relacionado ao índice de formol, característica também não contemplada pela Legislação, a variação foi de 3,06 a 41,30 mL.kg⁻¹. Dentre os trabalhos que avaliaram esta característica em méis de meliponíneos (SOUZA et al., 2004a; ALVES et al., 2005; ALMEIDA, 2002; ALMEIDA-ANACLETO, 2007) a variação encontrada foi de 3,00 a 21,50 mL.kg⁻¹.

Este índice é importante por representar uma medida global dos compostos aminados, permitindo avaliar o conteúdo de peptídeos, proteínas e aminoácidos (TEMIZ, 1983). Valores muito baixos para o índice de formol podem indicar a adulteração por meio de produtos artificiais, enquanto excessivamente altos indicam que as abelhas foram alimentadas com hidrolisado de proteína. Desta forma, o índice de formol pode ser utilizado para comprovar a autenticidade do mel (SIMAL; HUIDOBRO, 1984).

3.3.4 Cinzas

Os valores encontrados para cinzas variaram de 0,01 a 0,45%, o que atende ao valor de referência estabelecido na Legislação de, no máximo, 0,6%.

Considerando os dados presentes na revisão realizada por Souza et al. (2006) e por Almeida-Anacleto (2007) as variações para cinzas foram de 0,01 a 1,18% em méis de meliponíneos.

Este teor de cinzas expressa a riqueza do mel em minerais, e se constitui em uma característica bastante utilizada para a verificação de qualidade. Os minerais encontrados no mel

podem ser modificados por fatores relativos às abelhas, ao apicultor, clima, solo e origem botânica (LASCEVE; GONNET, 1974), observando-se que méis de origem floral têm menos cinzas que o mel de *honeydew* (BOGDANOV et al., 1999). O conteúdo de cinzas relaciona-se ainda com a cor do mel, sendo verificado que quanto mais escuro é o mel mais cinzas ele contém (ORTIZ, 1988).

3.3.5 Cor

A cor das amostras de méis variou de branco a âmbar escuro, respectivamente absorvâncias de 0,111 a 1,369. A maioria das amostras foi representada pelas cores âmbar extra claro e âmbar claro (Figura 3.2).

Na literatura são encontradas referências a ocorrência de praticamente todas as cores previstas na Legislação para mel, como registrado por Iwama (1977) variando de praticamente incolor a castanho escuro; âmbar claro como predominante nas amostras estudadas por Azeredo et al. (2000) e Almeida (2002); e variações entre âmbar extra claro e âmbar, encontradas por Almeida-Anacleto (2007).

Figura 3.2 - Distribuição percentual das cores determinadas para amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia

Esta característica do mel é a de maior influência sobre a preferência do consumidor que, na maioria das vezes, escolhe o produto apenas pela aparência. Tal é a sua relevância que o International Trade Forum (1977) considerou a cor como uma das características do mel que tem particular importância no mercado internacional.

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 colméia (SEEMANN; NEIRA, 1988), além de fatores como a proporção de frutose e glicose, conteúdo de nitrogênio e pela instabilidade da frutose em solução ácida (BATH; SINGH, 1999).

3.3.6 Viscosidade

A viscosidade nas amostras variou de 10,0 a 1480,0 mPa.s, podendo ser utilizada como indicativo da quantidade de água no produto, embora a Legislação brasileira não apresente valores de referência para esta característica.

Seemann e Neira (1988) afirmam que o conteúdo de água pode influenciar na viscosidade do produto. Desta forma, para méis de abelhas sem ferrão são normalmente encontrados valores baixos para a viscosidade quando comparados àqueles de *A. mellifera*. Da mesma maneira, Junzheng e Changying (1998) estabeleceram uma relação entre a temperatura e conteúdo de água sobre a viscosidade de amostras de mel da China.

Estudos desta característica são de grande importância, uma vez que os modelos reológicos obtidos são úteis para relacionar propriedades reológicas de um fluido com grandezas práticas, como concentração, temperatura, pH, índice de maturação, etc., sendo este conhecimento indispensável no controle de qualidade, no controle intermediário em linhas de produção e no projeto e dimensionamento de equipamentos e processos (PEREIRA; QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2003; QUEIROZ et al., 2007).

3.3.7 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica determinados para as amostras de mel variaram entre 255,0 e 1769,7 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$. Essa característica não apresenta valores de referência na Legislação atual (BRASIL, 2000).

Os trabalhos realizados registram variações de 320,0 a 2700,0 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ (ALMEIDA, 2002; SOUZA et al., 2006; ALMEIDA-ANACLETO, 2007). De acordo com Stefanini (1984), Crane (1990) e Bogdanov et al. (1999) essa característica apresenta correlação com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, além da proteína e outras substâncias presentes no mel. É ainda

relatado por Campos (1998) que méis de mesma origem floral apresentam condutividade elétrica muito semelhante, apesar de origens geográficas e condições climáticas diferentes.

3.3.8 Açúcares Redutores Totais, Açúcares Redutores e Sacarose

Açúcares redutores totais, açúcares redutores e sacarose variaram nas amostras de mel entre 50,6 e 95,6%, 44,3 e 93,1%, e 0,2 e 9,5%, respectivamente. Destas características somente “açúcares redutores totais” não está contemplado na Legislação. Um total de 26 amostras foi considerado reprovado para teores de açúcares redutores e nove para sacarose, respectivamente 55,3 e 19,2% do total.

Resultados obtidos por Almeida-Anacleto (2007) mostraram variação de 32,4 a 66,6% (média de 55,4%) para açúcares redutores totais, de 31,9 a 64,2% (média de 54,4%) para açúcares redutores, e de 0,1 a 2,3% (média de 0,9%) para sacarose. Segundo este autor, todas as amostras foram reprovadas considerando os valores de açúcares redutores apresentados, e 16,1% pelos valores de sacarose. Para Souza et al. (2006), “açúcares redutores” variou de 58,0 a 75,7%, e sacarose de 1,1 a 4,8; enquanto para Almeida-Muradian; Matsuda e Bastos (2007), “açúcares redutores totais” variou entre 60,24 e 61,71%, “açúcares redutores” de 60,18 a 61,53% e sacarose de 0,08 a 0,21%, para espécies amazônicas de abelhas sem ferrão. Ainda segundo esses autores, frutose e glicose apresentaram valores médios de 31,61 e 29,33%, respectivamente.

Para méis de meliponíneos coletados na Venezuela, Bogdanov; Vit e Kilchenmann (1996) encontraram diferentes espectros de açúcares entre os gêneros destas abelhas, predominando em *Melipona* spp. a frutose e glicose, e nos demais gêneros a maltose. Uma proposta de utilização destes açúcares como forma de determinar a origem entomológica dos méis de abelhas sem ferrão foi feita por Vit; Fernandez-Maeso e Ortiz-Valbuena (1998). Em resumo recentemente publicado por Gutiérrez et al. (2007) foi mostrada a possibilidade de alteração na composição de açúcares dos méis, constatado por meio de amostras de “mel produzido” por *M. quadrifasciata* alimentadas com mel de *Apis* diluído em água (3:1). A comparação deste “mel” com o de *Apis* originalmente fornecido mostrou mudança nos teores de açúcares predominantes, sendo verificados maiores teores de glicose, frutose e sacarose nas amostras de *Apis*, enquanto nas amostras de *M. quadrifasciata* a maltose foi mais representada.

Estes açúcares monossacarídeos são os componentes em maior concentração no mel, variando de 85 a 95% da sua composição. Já a sacarose, é um açúcar não redutor oligossacarídeo,

representando de 2 a 3% dos carboidratos presentes no mel. O aparecimento de altas concentrações deste açúcar é um indicativo de uma colheita prematura do produto, antes de uma maior ação da invertase sobre a sacarose (WHITE JÚNIOR, 1979; CRANE, 1985; VIDAL; FREGOSI, 1984; AZEREDO; AZEREDO; DAMASCENO, 1999; MOREIRA; De MARIA, 2001; SILVA et al., 2003). Já a sua utilização como um indicativo de adulteração do mel deve ser feita com ressalva, como verificado por Guler et al. (2007) em que “mel” produzido por colônias de *A. mellifera* alimentadas com xarope de sacarose apresentaram níveis deste açúcar tão baixos quanto os méis florais, não sendo portanto um bom indicativo para distinguir méis florais de méis adulterados.

3.3.9 Hidroximetilfurfural (HMF)

O HMF variou nas amostras de mel entre 0,0 e 60,2 mg.kg⁻¹, sendo que somente uma amostra, correspondendo a 2,1% do total, excedeu o limite máximo de 60,0 mg.kg⁻¹ estabelecido por Brasil (2000). O valor determinado para esta amostra, de 60,2 mg.kg⁻¹, esteve próximo ao limite de aceitação.

Verifica-se uma variação ampla na faixa de HMF dos méis de abelhas sem ferrão, embora todos os valores obtidos até este momento (MARCHINI et al., 1998; RODRIGUES; MARCHINI; CARVALHO, 1998; SOUZA; BAZLEN, 1998; AZEREDO et al., 2000; ALMEIDA, 2002; SOUZA et al., 2004a; ALVES et al., 2005; EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005) tenham atendido ao limite máximo de 60,0 mg.kg⁻¹. No entanto, estudos mais recentes mostram resultados semelhantes aos encontrados nestas amostras de meliponíneos da Bahia, como Souza et al. (2006) registrando variações de 0,4 a 78,5mg.kg⁻¹, e Almeida-Anacleto (2007) de 0,8 a 71,5 mg.kg⁻¹.

Condições inadequadas de armazenamento e o tratamento térmico excessivo são alguns fatores que podem levar a níveis crescentes de HMF no mel de *A. mellifera*, sendo também afetado pela acidez, pH, conteúdo de água e sais minerais (WHITE JÚNIOR, 1976; SEEMANN; NEIRA, 1988; SALINAS; ESPINOSA-MANSILLA; BERZAS-VEVADO, 1991). No entanto, Karabournioti e Zervlaki (2001) afirmam que somente a quantificação deste composto não é suficiente para comprovar a exposição do mel a tratamentos térmicos entre 40° e 50°C, sendo representativo somente para condições de aquecimento exagerado.

3.3.10 Proteínas

As proteínas variaram nas amostras entre 0,04 e 2,37%, não existindo valores de referência para esta característica.

De maneira geral esses teores protéicos dos méis de meliponíneos são baixos, como os registrados por Souza et al. (2006) apresentando variação de 0,09 a 0,90% (apresentados originalmente como mg Nitrogênio/100g de mel, e convertidos para percentual de proteína dividindo-se por 160, conforme apresentado por esses autores); e o de Almeida-Anacleto (2007) também verificando pequenos teores e variações, de 0,15 a 0,57%. Valores próximos aos obtidos no presente estudo são registrados em Carvalho et al. (2005), variando de 0,4 a 2,84%.

Apesar do pouco conhecimento sobre as características do material protéico, a ocorrência de proteína no mel é utilizada na detecção de adulteração por produto comercial (CRANE, 1975).

3.3.11 Atividade de água (a_w)

As amostras de mel de meliponíneos apresentaram atividade de água variando entre 0,598 e 0,851. Esta característica, ainda pouco avaliada em méis produzidos pelas abelhas sem ferrão, tem variações registradas de 0,580 a 0,820 para méis de diversos gêneros do Estado de São Paulo (ALMEIDA-ANACLETO, 2007), de 0,740 a 0,760 para espécies de *Melipona* amazônicas (ALMEIDA-MURADIAN; MATSUDA; BASTOS, 2007) e de 0,694 e 0,730 para duas espécies de *Melipona* da Guatemala e Venezuela (VIT et al., 2006a).

A relevância desta característica está relacionada ao fato da água ser o principal componente de muitos alimentos e ter influência sobre sua estabilidade bioquímica (HARDY; SCHER; BANON, 2002; GLEITER; HORN; ISENGARD, 2006), sendo atualmente uma análise utilizada para a definição de regulamento de segurança com enfoque no crescimento de microrganismos indesejáveis, definições de potencial de riscos alimentares, controle de pontos críticos, normas para alimentos em conservas e exigências de embalagem (FONTANA Jr., 2000; SCOTT; CLAVERO; TROLLER, 2001).

Um resumo das análises físico-químicas realizadas, classificadas por gêneros das abelhas, é apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Resumo das características físico-químicas determinadas para mel de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

Espécies*	Número de amostras	Características físico-químicas ¹														
		Umi	Dia	pH	Aci	IF	Cin	Cor	Vis	Cond	AT	AR	Sac	HMF	Pro	a _w
Meliponinae	47	31,3 [47]	6,1 [14]	4,00 [47]	40,4 [47]	8,82 [47]	0,18 [47]	0,348 [47]	146,4 [47]	621,6 [47]	69,4 [47]	66,1 [47]	3,2 [47]	9,0 [47]	0,39 [47]	0,730 [47]
<i>F. varia</i>	01	21,0 [01]	4,1 [01]	3,75 [01]	86,3 [01]	17,07 [01]	0,31 [01]	0,579 [01]	1480,0 [01]	1000,7 [01]	87,1 [01]	77,1 [01]	9,5 [01]	7,9 [01]	0,70 [01]	0,618 [01]
<i>Melipona</i> spp.	33	31,9 [33]	... [33]	4,08 [33]	33,9 [33]	6,80 [33]	0,14 [33]	0,277 [33]	81,5 [33]	542,0 [33]	71,1 [33]	68,4 [33]	2,5 [33]	10,3 [33]	0,27 [33]	0,742 [33]
<i>N. testaceicornis</i>	03	27,9 [03]	7,5 [03]	4,00 [03]	40,4 [03]	8,82 [03]	0,26 [03]	0,350 [03]	146,4 [03]	621,6 [03]	60,4 [03]	55,7 [03]	4,5 [03]	9,1 [03]	0,43 [03]	0,730 [03]
<i>Partamona</i> sp.	01	36,6 [01]	7,6 [01]	3,82 [01]	24,1 [01]	10,06 [01]	0,06 [01]	0,269 [01]	30,0 [01]	320,7 [01]	50,6 [01]	46,5 [01]	3,9 [01]	0,8 [01]	0,13 [01]	0,810 [01]
<i>Scaptotrigona</i> spp.	04	35,9 [04]	4,2 [04]	3,59 [04]	71,1 [04]	7,79 [04]	0,23 [04]	0,504 [04]	45,0 [04]	888,0 [04]	63,0 [04]	61,5 [04]	1,4 [04]	2,8 [04]	0,82 [04]	0,769 [04]
<i>T. angustula</i>	05	26,6 [05]	6,9 [05]	3,87 [05]	52,9 [05]	21,06 [05]	0,35 [05]	0,662 [05]	412,0 [05]	918,0 [05]	69,1 [05]	62,2 [05]	6,6 [05]	7,9 [05]	0,79 [05]	0,629 [05]

¹Valores médios e número de amostras de mel são apresentados. Umi: Umidade (%); Dia: Atividade diastásica (Gothe); Aci: Acidez (meq.kg⁻¹); IF: Índice de formol (mL.kg⁻¹); Cin: cinzas (%); Vis: Viscosidade (mPa.s); Cond: Condutividade elétrica (μS.cm⁻¹); AT: Açúcares redutores totais (%); AR: Açúcares redutores (%); Sac: Sacarose (%); HMF: Hidroximetilfurfural (mg.kg⁻¹); Pro: Proteína (%); a_w: atividade de água.

*F: *Frieseomelitta*; N: *Nannotrigona*; T: *Tetragonisca*

Na Tabela 3.5 os valores médios encontrados no presente estudo para o mel de Meliponinae são confrontados com os padrões estabelecidos pela Legislação brasileira para mel (BRASIL, 2000), com a proposta para mel de meliponíneos do Brasil ajustada por Villas-Bôas e Malaspina (2005) e com os valores médios compilados por Souza et al. (2006) por se tratar da mais recentemente revisão publicada sobre o assunto.

Outra proposta neste sentido foi feita por Vit; Medina e Enríquez (2004) para uso medicinal do mel de meliponíneos da Guatemala, México e Venezuela, propondo três padrões para grupos de abelhas pertencentes aos gêneros *Melipona*, *Trigona* e *Scaptotrigona*. Esta proposta não será explorada por já ter sido utilizada como referência para elaboração da proposta para mel de meliponíneos do Brasil.

Tabela 3.5 - Confronto entre a regulamentação brasileira vigente para fiscalização de mel (BRASIL, 2000), a proposta para mel de meliponíneos (VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2005), resultados de análises compilados por Souza et al. (2006), e dados do presente estudo

Característica	Legislação Brasileira (BRASIL, 2000)	Villas-Bôas e Malaspina (2005)	Souza et al. (2006) (min. - max.)	Meliponinae da Bahia (min. - max.)
Açúcares redutores (%)	min. 65,0	min. 50,0	66,0 (58,0 - 75,7)	66,1 (44,3 - 93,1)
Sacarose (%)	max. 6,0	max. 6,0	2,3 (1,1 - 4,8)	3,2 (0,2 - 9,5)
Umidade (%)	max. 20,0	max. 35,0	26,7 (19,9 - 41,9)	31,3 (21,0 - 43,8)
Diastase (Gothe)	min. 8,0	min. 3,0	6,7 (0,9 - 23,0)	6,1 (3,3 - 11,0)
HMF (mg.kg ⁻¹)	max. 60,0	max. 40,0	14,4 (0,4 - 78,5)	9,0 (0,0 - 60,2)
Cinzas (%)	max. 0,60	max. 0,60	0,34 (0,01 - 1,18)	0,18 (0,01 - 0,45)
Acidez (meq.kg ⁻¹)	max. 50,0	max. 85,0	44,8 (5,9 - 109,0)	40,4 (5,1 - 116,8)

Pela análise dos valores médios obtidos por Souza et al. (2006) e os do presente trabalho, há a possibilidade do mel produzido pelas abelhas sem ferrão atender às características solicitadas por Brasil (2000). Para isso o principal ajuste diz respeito a elevada umidade apresentada, sendo que todas as amostras foram reprovadas por Brasil (2000) e oito (correspondendo a 17,0% das amostras) reprovadas pela proposta de Villas-Bôas e Malaspina (2005), com a ressalva de que esta última foi proposta justamente com o objetivo de atender às características do mel produzido por meliponíneos do Brasil.

Considerando o número de amostras desclassificadas para açúcares redutores (55,3%), novos limites também deverão ser ajustados de forma a melhor atender às características do mel dos meliponíneos. Deve-se ressaltar, no entanto, que este não atendimento às normas não é exclusividade do mel produzido por meliponíneos, sendo verificada presença de mel de *A. mellifera* também fora destes padrões, como verificado por Almeida-Anacleto e Marchini (2004) para méis do cerrado paulista; Barth et al. (2005), para mel do sudeste; e Sodré et al. (2007), para mel do Estado do Ceará.

Pela ausência de leitura da atividade diastásica para as amostras de mel de *Melipona* analisadas e pelos trabalhos publicados até o momento que relatam uma baixa atividade desta enzima em mel deste gênero, recomenda-se atenção especial aos valores estabelecidos para esta característica como também em relação ao seu uso como indicativo do frescor do mel.

Iniciativas no sentido de regulamentar este produto se encontram em andamento, já estando em tramitação junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) uma proposta para requisitos mínimos de qualidade para mel desumidificado de abelhas sem ferrão, ainda não submetida à consulta pública.

3.3.12 Análise de Componentes Principais e Agrupamento

A análise de componentes principais (ACP) das 47 amostras de mel e 14 características físico-químicas é apresentada nas Tabelas 3.6 e 3.7. Estas análises multivariadas têm sido cada vez mais utilizadas na tentativa de caracterizar e discriminar amostras de mel, principalmente em relação à sua região de origem e flora fornecedora do néctar (eg.: ZALEWSKI, 1991; VIT et al., 1998; SODRÉ et al., 2003; TERRAB et al., 2003; MARCHINI; MORETI; OTSUK, 2005).

Observando a Tabela 3.6 verifica-se que foram necessários cinco componentes para explicar mais de 80% da variabilidade apresentada pelas amostras. Esta quantidade de componentes necessários indica uma maior dispersão dos dados no material estudado.

Tabela 3.6 - Estimativa das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas por meio da análise de componentes principais, considerando-se 47 amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) produzido no Estado da Bahia e 14 características físico-químicas analisadas

Componentes principais	Autovalores	% Acumulada
Y ₁	4,434	0,32
Y ₂	3,148	0,54
Y ₃	1,685	0,66
Y ₄	1,321	0,76
Y ₅	1,021	0,83

Pela ACP pôde-se determinar que o primeiro componente (CP1) é uma combinação positiva entre cinzas, condutividade elétrica, índice de formol e viscosidade, e negativa para atividade de água e umidade; o CP2 por acidez e umidade positivamente, e por açúcares redutores, açúcares redutores totais e pH negativamente; o CP3 por HMF, açúcares redutores totais e açúcares redutores; o CP4 por proteína, pH e cor; e o CP5 por HMF, sacarose e pH positivamente, e acidez negativamente (Tabela 3.7). Nota-se ainda a forte influência de HMF, acidez, açúcares redutores totais, açúcares redutores, pH e umidade na caracterização das amostras de mel pela presença dessas características em mais de um componente principal.

Tabela 3.7 - Autovetores calculados para 47 amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia, analisados com base em suas características físico-químicas

Característica analisada	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
Umidade	-0,30358	0,35543	0,08887	0,20841	-0,04566
pH	0,03118	-0,38106	-0,25596	0,42469	0,30435
Acidez	0,11363	0,39384	0,29376	-0,22569	-0,35026
Índice de formol	0,36360	0,09517	0,02007	-0,05523	-0,08458
Cinzas	0,41014	-0,02402	-0,18894	0,16916	-0,05632
Cor	0,26861	0,25817	0,21800	0,34160	0,04196
Viscosidade	0,36288	-0,07822	0,08504	-0,20463	-0,07920
Condutividade elétrica	0,36441	0,12079	-0,03418	0,09967	-0,12415
Açúcares redutores totais	0,06345	-0,40704	0,48999	0,07503	-0,09967
Açúcares redutores	-0,00906	-0,41543	0,46145	0,14726	-0,24246
Sacarose	0,27176	0,10616	0,02287	-0,29562	0,57556
Hidroximetilfurfural (HMF)	-0,00620	0,08114	0,52177	-0,05900	0,58599
Proteína	0,22006	0,23394	0,06352	0,59606	0,03535
Atividade de água (a_w)	-0,36122	0,25597	0,13580	0,22723	0,06485

Os dois primeiros componentes, que explicam 54% dos dados, são representados graficamente na Figura 3.3. De acordo com esse *biplot*, a maioria das amostras teve valores moderados a elevados para umidade e atividade de água, e para açúcares redutores, açúcares redutores totais e pH. Contrariamente, foram observadas para estas amostras menores valores para acidez, proteínas, cor, sacarose, condutividade elétrica, índice de formol, cinzas e viscosidade, conforme verificado anteriormente pela análise dos autovetores obtidos. Também é possível observar a formação de quatro grandes grupos de características físico-químicas mais positivamente correlacionadas entre si, a saber: umidade e a_w ; açúcares redutores, açúcares redutores totais e pH; proteína, cor, cinzas, viscosidade, sacarose, condutividade elétrica e índice de formol; e acidez e HMF.

Figura 3.3 - *Biplot* das 47 amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia com base em suas características físico-químicas. (umi= umidade; aci= acidez; if= índice de formol; cin= cinzas; vis= viscosidade; cond= condutividade elétrica; ar= açúcares redutores; at= açúcares redutores totais; sac= sacarose; hmf= hidroximetilfurfural; pro: proteína; aw= atividade de água)

Pelo dendrograma apresentado na Figura 3.4 foi possível observar a formação de 14 grupos, identificados a seguir: grupo I formado pelas amostras 1, 2 e 16; grupo II, amostras 27, 36, 30, 45, 28, 33 e 31; grupo III, amostras 3, 14 e 43; grupo IV, amostras 4, 17, 18 e 44; grupo V, amostras 5, 10, 15, 34, 8, 9 e 12; grupo VI, amostras 6, 24, 25, 26 e 39; grupo VII, amostras 7, 11, 13, 40, 46, 32 e 41; grupo VIII, amostra 35, 47, 38 e 42; grupo IX, amostras 22 e 23; e os grupos X, XI, XII, XIII e XIV formados por somente uma amostra cada, respectivamente amostras 20, 29, 21, 19 e 37.

Figura 3.4 - Dendrograma obtido pela análise de agrupamento, utilizando-se a distância euclidiana média e o método UPGMA para 47 amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia e 14 características físico-químicas selecionadas

De maneira geral as espécies de abelhas foram agrupadas nos grupos formados, como *M. mandacaia* no grupo I; *M. asilvai* no grupo III; *N. testaceicornis* no grupo IV; *M. quadrifasciata anthidioides* nos grupos VII e VIII; e *T. angustula* no grupo IX. Destaca-se o grupo V formado exclusivamente por amostras de mel produzidas por *M. scutellaris*. Cada um destes grupos pode ser caracterizado por: grupos I, IV, VII e VIII, valores altos de a_w , umidade, açúcares redutores totais, açúcares redutores e pH, e baixos de acidez, proteínas, cor, sacarose, condutividade elétrica, índice de formol, cinzas e viscosidade; grupo III, por maiores valores de acidez e menores de açúcares redutores totais, açúcares redutores e pH; grupo V, por maiores teores de açúcares redutores totais, açúcares redutores e pH; e grupo IX por maiores teores de proteínas, cor, condutividade elétrica, sacarose, índice de formol, cinzas e viscosidade.

A ACP das espécies de abelhas sem ferrão, com base nas características físico-químicas médias do mel produzido, pode ser observada na Tabela 3.8, verificando-se que foram necessários quatro componentes para explicar mais de 80% da variabilidade apresentada pelas amostras.

Tabela 3.8 - Estimativa das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas para 11 espécies de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, por meio da análise de componentes principais considerando-se as características físico-químicas médias das amostras de mel produzido

Componentes principais	Autovalores	% Acumulada
Y ₁	6,224	44,45
Y ₂	3,128	66,80
Y ₃	1,677	78,78
Y ₄	1,163	87,08

Esses componentes foram compostos por: primeiro componente (CP1), uma combinação positiva entre viscosidade, cinzas, índice de formol e sacarose, e negativa entre a_w e umidade; o CP2 por condutividade elétrica, proteína e acidez positivamente, e por açúcares redutores, açúcares redutores totais e HMF negativamente; o CP3 por pH positivamente, e por acidez, açúcares redutores e HMF negativamente; e o CP4 por cor, proteína e HMF (Tabela 3.9). As características de maior influência para a caracterização do mel produzido pelas espécies de abelhas sem ferrão foram HMF, proteína, açúcares redutores e acidez, pela presença dessas características em mais de um componente principal.

Tabela 3.9 - Autovetores calculados para 11 espécies de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, com base nas características físico-químicas médias do mel produzido

Característica analisada	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Umidade	-0,31919	0,27346	-0,15112	0,17256
pH	0,00282	-0,28777	0,58595	0,22201
Acidez	0,19954	0,30209	-0,48392	-0,14546
Índice de formol	0,32126	0,06650	0,11085	-0,25632
Cinzas	0,33675	0,20050	0,12752	-0,02755
Cor	0,24768	0,20239	0,17175	0,54837
Viscosidade	0,34868	-0,13239	-0,03003	-0,13744
Condutividade elétrica	0,29204	0,33671	-0,11338	-0,00244
Açúcares redutores totais	0,25062	-0,36213	-0,27740	0,16611
Açúcares redutores	0,18107	-0,36336	-0,34397	0,23285
Sacarose	0,31022	-0,11330	0,12932	-0,16593
Hidroximetilfurfural (HMF)	-0,03296	-0,35384	-0,31872	0,32597
Proteína	0,22435	0,32918	0,04952	0,52676
Atividade de água (a_w)	-0,36087	0,15844	-0,10873	0,14364

De acordo com o *biplot* dos dois primeiros componentes (Figura 3.5), que explicam mais de 66% desses dados, a maioria das espécies de abelhas sem ferrão se caracterizou por produzir um mel com teores de umidade, a_w , HMF e pH variando de moderados a elevados; excetuando-se as amostras produzidas por *Tetragonisca* e *Frieseomelitta*, caracterizadas por baixos teores destas características; e por *Scaptotrigona* sp. e *S. xanthotricha* caracterizadas por baixos valores de HMF e pH, e moderados a elevados de acidez, proteínas, condutividade elétrica, cor, cinzas e índice de formol. Também para esse *biplot* das espécies de abelhas foi possível observar a formação de cinco grandes grupos de características físico-químicas mais positivamente correlacionadas entre si, a saber: umidade e a_w ; HMF e pH; açúcares redutores e açúcares redutores totais; viscosidade e sacarose; e índice de formol, cinzas, cor, condutividade elétrica, proteína e acidez.

Figura 3.5 - *Biplot* de 11 espécies de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) em função das características físico-químicas analisadas nas amostras de mel produzido no Estado da Bahia. (fva= *Friezeomelitta varia*; mas= *Melipona asilvai*; mqa= *M. quadrifasciata anthidioides*; msc= *M. scutellaris*; nte= *Nannotrigona testaceicornis*; stu= *Scaptotrigona tubiba*; sxa= *S. xanthotricha*; mma= *M. mandacaia*; psp= *Partamona* sp.; ssp= *Scaptotrigona* sp.; tan= *Tetragonisca angustula*; umi= umidade; aci= acidez; if= índice de formol; cin= cinzas; vis= viscosidade; cond= condutividade elétrica; ar= açúcares reductores; at= açúcares reductores totais; sac= sacarose; hmf= hidroximetilfurfural; pro: proteína; aw= atividade de água)

O dendrograma formado pelas 11 espécies de abelhas sem ferrão (Figura 3.6) apresentou seis grupos, como segue: grupo I formado por *F. varia*; grupo II, por *M. asilvai*, *M. quadrifasciata anthidioides* e *M. scutellaris*; grupo III, por *N. testaceicornis*, *S. tubiba* e *S. xanthotricha*; grupo IV, por *M. mandacaia* e *Partamona* sp.; e os grupos V e VI formados por uma amostra cada, respectivamente *Scaptotrigona* sp. e *T. angustula*.

Figura 3.6 - Dendrograma obtido pela análise de agrupamento, utilizando-se a distância euclidiana média e o método UPGMA para 11 espécies de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, considerando 14 características físico-químicas selecionadas nos mel produzido. (fva= *Frieseomelitta varia*; mas= *Melipona asilvai*; mqa= *M. quadrifasciata anthidiodes*; msc= *M. scutellaris*; nte= *Nannotrigona testaceicornis*; stu= *Scaptotrigona tubiba*; sxa= *S. xanthotricha*; mma= *M. mandacaia*; psp= *Partamona* sp.; ssp= *Scaptotrigona* sp.; tan= *Tetragonisca angustula*)

No geral, as seguintes características foram verificadas para estes grupos: grupo I, elevados valores de sacarose e viscosidade, e reduzidos de umidade e a_w ; grupo II e IV, por menores valores de acidez, proteínas, condutividade elétrica, cor e cinzas; grupo III, por valores moderados para as características analisadas; grupo V por menores teores de HMF; e grupo VI por maiores teores de cinzas, índice de formol e sacarose. As distâncias de ligação entre esses grupos são apresentadas na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Distância de ligação entre os grupos formados por 11 espécies de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, considerando as médias das características físico-químicas do mel produzido por cada espécie

Número do Agrupamento	Agrupamento formado		Frequência	Distância Euclidiana Média
10	mas	mqa	2	0,0394
9	mma	psp	2	0,1324
8	CL10	msc	3	0,1365
7	nte	stu	2	0,1498
6	CL7	sxa	3	0,2421
5	CL8	CL6	6	0,3200
4	CL5	CL9	8	0,5304
3	ssp	tan	2	0,5623
2	CL4	CL3	10	0,7720
1	fva	CL2	11	2,0163

(fva= *Frieseomelitta varia*; mas= *Melipona asilvai*; mqa= *M. quadrifasciata anthidioides*; msc= *M. scutellaris*; nte= *Nannotrigona testaceicornis*; stu= *Scaptotrigona tubiba*; sxa= *S. xanthotricha*; mma= *M. mandacaia*; psp= *Partamona* sp.; ssp= *Scaptotrigona* sp.; tan= *Tetragonisca angustula*)

A ACP dos locais de colheita das amostras, com base nas características físico-químicas médias do mel produzido, pode ser observada na Tabela 3.11, verificando-se que três componentes explicaram quase 90% da variabilidade apresentada. Esses componentes foram constituídos por: primeiro componente (CP1), uma combinação positiva para índice de formol, viscosidade, condutividade elétrica, proteínas, cinzas e cor, e negativa para a_w ; o CP2 por umidade e acidez positivamente, e por pH, açúcares redutores totais, sacarose e açúcares redutores negativamente; e o CP3 por HMF positivamente, e por pH negativamente (Tabela 3.12). O pH foi a única característica presente em mais de um componente na caracterização dos locais de origem das amostras de mel.

Tabela 3.11 - Estimativa das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas por meio da análise de componentes principais para nove locais de colheita de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponinae) no Estado da Bahia, com base nas características físico-químicas do mel produzido

Componentes principais	Autovalores	% Acumulada
Y ₁	7,088	50,63
Y ₂	3,786	77,68
Y ₃	1,460	88,10

Tabela 3.12 - Autovetores calculados para nove locais de colheita de amostras de mel de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, com base nas características físico-químicas do mel produzido

Característica analisada	Y₁	Y₂	Y₃
Umidade	0,03696	0,43960	-0,04379
pH	-0,06051	-0,42902	-0,41361
Acidez	0,14214	0,40647	0,24870
Índice de formol	0,35744	-0,01275	0,21770
Cinzas	0,33550	-0,20186	-0,13740
Cor	0,32449	0,04105	0,25737
Viscosidade	0,35210	-0,08133	0,09209
Condutividade elétrica	0,35003	-0,10237	-0,08032
Açúcares redutores totais	-0,19593	-0,38491	0,25395
Açúcares redutores	-0,24754	-0,31468	0,24404
Sacarose	0,25047	-0,32608	0,04145
Hidroximetilfurfural (HMF)	-0,10713	-0,15051	0,69392
Proteína	0,33783	-0,07538	-0,07524
Atividade de água (a_w)	-0,30765	0,12627	-0,06906

Os dois primeiros componentes, que explicam mais de 77% dos dados, são representados graficamente na Figura 3.7. De acordo com esse *biplot*, pode-se verificar que as amostras produzidas em áreas de clima predominantemente úmido (Camaçari, Porto de Sauípe e Salvador) apresentaram valores moderados a elevados para cor, índice de formol, proteína, viscosidade, condutividade elétrica, cinzas e sacarose, sendo o oposto observado para as amostras das regiões com clima subúmido a árido. Ainda nestas regiões de clima subúmido a árido se pode observar a presença de localidades com mel apresentando maiores teores de umidade e acidez, e outras por açúcares redutores totais, açúcares redutores e HMF. O efeito “espécie ou gênero” de abelha produtora do mel deve ser levado em consideração para a formação deste *biplot*, quando se verifica que os municípios de São Gabriel, Cruz das Almas, Salgadália e Serrinha forneceram exclusivamente amostras de mel produzido por espécies de *Melipona*.

Figura 3.7 - *Biplot* de nove localidades do Estado da Bahia, com base nas características físico-químicas de amostras de mel de abelhas sem ferrão. (ita= Itaberaba; qui= Quijingue; cza= Cruz das Almas; sgb= São Gabriel; sgd= Salgadália; ser= Serrinha; sau= Porto de Sauípe; cam= Camaçari, sal= Salvador; umi= umidade; aci= acidez; if= índice de formol; cin= cinzas; vis= viscosidade; cond= condutividade elétrica; ar= açúcares redutores; at= açúcares redutores totais; sac= sacarose; hmf= hidroximetilfurfural; pro: proteína; aw= atividade de água)

Também para esse *biplot*, foi possível observar a formação de quatro grandes grupos de características físico-químicas mais positivamente correlacionadas entre si, a saber: umidade e acidez; a_w ; HMF, açúcares redutores totais, açúcares redutores e pH; sacarose, cinzas, condutividade elétrica, viscosidade, proteína, índice de formol e cor.

Pela análise de agrupamento, foram formados sete grupos (Figura 3.8): grupo I formado por amostras provenientes de Camaçari; grupo II, por Cruz das Almas e Quijingue; grupo III, por Serrinha e Salgadália; e os grupos IV, V, VI e VII formados por um local cada, respectivamente Itaberaba, Porto de Sauípe, São Gabriel e Salvador.

Figura 3.8 - Dendrograma obtido pela análise de agrupamento, utilizando-se a distância euclidiana média e o método UPGMA para nove locais de colheita de mel produzido por meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, considerando 14 características físico-químicas selecionadas. (cam= Camaçari; cza= Cruz das Almas; qui= Quijingue; ser= Serrinha; sgd= Salgadália; ita= Itaberaba; sau= Porto de Sauípe; sgb= São Gabriel; sal= Salvador)

As características gerais verificadas para estes grupos são: grupo I, maiores valores para proteínas, viscosidade, condutividade elétrica e cinzas; grupo II por moderados valores de umidade, acidez, açúcares redutores totais, açúcares redutores e HMF, e baixos para sacarose, cinzas, condutividade elétrica, viscosidade, proteína, índice de formol e cor; grupo III, por maiores valores de açúcares redutores totais, açúcares redutores e HMF, e baixos de acidez; grupo IV por elevados valores de umidade; grupo V por valores moderados para as características analisadas, tendendo a valores maiores de sacarose; grupo VI por maiores a_w , açúcares redutores e HMF; e grupo VII por maiores valores para cor, índice de formol, proteínas, viscosidade, condutividade elétrica e cinzas. As distâncias de ligação entre os grupos são apresentadas na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Distância de ligação entre os grupos formados por nove locais de colheita de amostras de mel produzido por meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia, considerando as características físico-químicas médias apresentadas pelas amostras

Número do Agrupamento	Agrupamento formado		Frequência	Distância Euclidiana Média
8	cza	qui	2	0,0846
7	ser	sgd	2	0,1121
6	CL8	CL7	4	0,1553
5	cam	CL6	5	0,2224
4	CL5	ita	6	0,3463
3	CL4	sau	7	0,4585
2	CL3	sgb	8	0,7790
1	CL2	sal	9	1,9228

(cam= Camaçari; cza= Cruz das Almas; qui= Quijingue; ser= Serrinha; sgd= Salgadália; ita= Itaberaba; sau= Porto de Saúpe; sgb= São Gabriel; sal= Salvador)

Uma das observações possíveis pela análise da Figura 3.8 e da Tabela 3.13, é a menor distância entre os municípios de Cruz das Almas e Quijingue para formação do agrupamento 8 (CL8), apesar da distância física que separa estes dois locais (Figura 3.1), inclusive com

variações nas condições climáticas e formação vegetal. Uma possível explicação pode estar relacionada ao fato de colônias de *M. quadrifasciata anthidioides*, fornecedoras de amostras de mel em Cruz das Almas, terem sido originalmente provenientes do município de Quijingue. Desta forma há a possibilidade de, na ocasião da colheita das amostras, ainda haver algum mel armazenado nos potes de alimento que tenha sido produzido em Quijingue.

Apesar do já conhecido efeito do ambiente sobre as características do mel, a análise das Figuras 3.4, 3.6 e 3.8 com relação à distribuição dos grupos formados, sugerem que a espécie de abelha também foi um dos fatores analisados que contribuiu para a formação dos agrupamentos da Figura 3.4, tendo menor influência o local de produção. Estas observações preliminares necessitam ser confirmadas por meio de amostragens continuadas para validação estatística de possíveis características do mel produzido para espécies ou grupo de espécies, como proposto por Vit et al. (1998), independente da proposição de padrões únicos para todas as espécies de meliponíneos.

3.4 Considerações finais

As amostras de mel de espécies de abelhas sem ferrão colhidas no Estado da Bahia apresentaram valores médios para as características físico-químicas, atendendo à maioria dos pré-requisitos estabelecidos pela Legislação brasileira para fiscalização do mel, à exceção da umidade que desclassificou todas as amostras.

Apesar de apresentar valores médios atendendo às regulamentações para mel, os limites para açúcares redutores devem ser melhor ajustados para mel de meliponíneos considerando que, individualmente, mais de 50% das amostras foram desclassificadas para esta característica.

A utilização da atividade diastásica não é o melhor critério para a definição do frescor do mel, considerando a ausência de leitura da atividade desta enzima em mel de *Melipona*.

Cinzas, açúcares redutores, HMF e proteínas foram as características que mais influenciaram no agrupamento das amostras de mel de meliponíneos da Bahia.

Os resultados obtidos contribuirão com a base de dados do IHC para definição das normas internacionais para o mel das abelhas sem ferrão.

Referências

- ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo.** 2002. 103 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ALMEIDA-ANACLETO, D. de. **Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo.** 2007. 133 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ALMEIDA-ANACLETO, D. de; MARCHINI, L.C. Composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. provenientes do cerrado paulista. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 61, p. 161-172, 2004.
- ALMEIDA-MURADIAN, L.B. de; BARION, F. Physicochemical evaluation of Brazilian honey from Jataí bee (*Tetragonisca angustula*). In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 40., 2007, Melbourne. **Proceedings ...** Melbourne: IBRA, 2007. p. 90-91.
- ALMEIDA-MURADIAN, L.B. de; MATSUDA, A.H.; BASTOS, D.H.M. Physicochemical parameters of amazon *Melipona* honey. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, p. 707-708, 2007.
- ALVES, R.M.O. Meliponicultura: aspectos práticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. **Anais ...** Teresina: CBA, 1996. p. 95-98.
- ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 644-650, 2005.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test method for rheological properties of non-Newtonian materials by rotation (Brookfield type) Viscometer.** Barr Harbor: ASTM Standards, [200-]. p. 1-4.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** Arlington, 1992. 1141 p.
- ATAGO. Refratômetro para mel. **Abelhas**, Porto, v. 31, p. 9, 11-12, 41, 44, 1988.
- _____. **Easy guide to refractometers.** Disponível em: <<http://www.atago.net>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M.A.A.; BESER, L.B.O.; COSTA, V.C.S.; SILVA, V.A.G. da. Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: CBA, 2000. 1 CD-ROM.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M.A.A.; SOUZA, M.H.M. de; CUSTÓDIO, A.M.; TIOSSO, R.B.; SANTOS, A.L.S. dos. A relação açúcar/água e o desenvolvimento microbiano em méis de abelhas indígenas sem ferrão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 205-206.

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

BARTH, O.M.; MAIORINO, C.; BENATTI, A.P.T.; BASTOS, D.H.M. Determinação de parâmetros físico-químicos e da origem botânica de méis indicados monoflorais do sudeste do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 229-233, 2005.

BATH, P.K.; SINGH, N. A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honeys. **Food Chemistry**, London, v. 67, p. 389-397, 1999.

BERGAMO, G.C.; DIAS, C.T.S.; KRZANOWSKI, W.J. Multiple imputation with distribution-free using the singular value decomposition in interaction matrix. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 1, p. 1-2, 2007.

BIANCHI, E.M. **Control de calidad de la miel**. Santiago del Estero: Arte, 1986. 87 p.

BIJLSMA, L.; BRUIJN, L.L.M.; MARTENS, E.P.; SOMMEIJER, M.J. Water content of stingless bee honeys (Apidae, Meliponini): interspecific variation and comparison with honey of *Apis mellifera*. **Apidologie**, Versailles, v. 37, p. 480-486, 2006.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMANN, C. Harmonized methods of the european honey commission. **Apidologie**, Versailles, v. 2, p. 1-59, 1997.

BOGDANOV, S.; VIT, P.; KILCHENMANN, V. Sugar profiles and conductivity of stingless bee honeys from Venezuela. **Apidologie**, Versailles, v. 26, p. 445-450, 1996.

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

BOLETIN OFICIAL ESPAÑOL. Orden de 12 de junio de 1986, de la Presidencia del Gobierno por la que se aprueban los métodos oficiales de analisis para la miel. **Boletín Oficial Español**, Madrid, n. 145, p. 22195-22202, 1986.

BONVEHÍ, J.S.; TORRENTO, M.S.; RAICH, J.M. Invertase activity in fresh and processed honeys. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 507-512, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000**, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo_intrnorm11.htm>. Acesso em: 11 jul. 2003.

CAMPOS, G. **Melato no mel e sua determinação através de diferentes metodologias**. 1998. 178 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

CAMPOS, G.; BAPTISTA, K.E.S. Variação de alguns parâmetros do mel de melato em relação ao mel floral. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, p. 59-64, 2001.

CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A. **Criação de abelhas sem ferrão: aspectos práticos**. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2003. 42 p. (Série Meliponicultura, 1).

CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O. **Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química**. Cruz das Almas: UFBA; SEAGRI-BA, 2005. 32 p. (Série Meliponicultura, 4).

CAVIA, M.M.; FERNÁNDEZ-MUIÑO, M.A.; ALONSO-TORRE, S.R.; HUIDOBRO, J.F.; SANCHO, M.T. Evolution of acidity of honeys from continental climates: influence of induced granulation. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1728-1733, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Official methods of analysis. **Codex Alimentarius**, Rome, v. 3, supl. 2, p. 1-390, 1990.

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

_____. **O livro do mel**. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 226 p.

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

DECAGON. **Aqualab - water active meter: operator's manual**. Washington, 2005. 112 p.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E.M.; BESERRA, E.M.; RODRÍGUES, M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1166-1171, 2005.

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

FONTANA Jr., A.J. Understanding the importance of water activity in food. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 45, p. 7-10, 2000.

GABRIEL, K.R. The biplot graphics display of matrices with applications to principal component analysis. **Biometrika**, London, v. 58, p. 453-467, 1971.

GLEITER, R.A.; HORN, H.; ISENGARD, H.D. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. **Food Chemistry**, London, v. 96, p. 441-445, 2006.

GULER, A.; BAKAN, A.; NISBET, C.; YAVUZ, O. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterate honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. **Food Chemistry**, London, v. 105, p. 119-1125, 2007.

GUTIÉRREZ, M.G.; BEDNAR, M.; TITERA, D.; RODRÍGUEZ MALAVER, A.J.; VIT, P. Composition of *Melipona quadrifasciata* honey produced by stingless bees fed with *Apis mellifera* honey in Portugal. In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 40., 2007, Melbourne. **Proceedings ...** Melbourne: IBRA, 2007. p. 90-91.

HARDY, J.; SCHER, J.; BANON, S. Water activity and hydration of dairy powders. **Lait**, Les Ulis, v. 82, p. 441-452, 2002.

HUIDOBRO, J.F.; SANTANA, F.J.; SANCHEZ, M.P.; SANCHO, M.T.; MUNIATEGUI, S.; SIMAL-LOZANO, J. Diastase, invertase and β -glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 34, p. 39-44, 1995.

INTERNATIONAL TRADE FORUM. Upswing in the honey market. **International Trade Forum**, Geneva, v. 13, p. 21-31, 1977. In: **Apicultural Abstracts**, Cardiff, v. 30, p. 214, 1979.

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

JUNZHENG, P.; CHANGYING, J. General rheological model for natural honeys in China. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 36, p. 165-168, 1998.

KARABOURNIOTI, S.; ZERVALAKI, P. Efecto del calentamiento en el HMF y la invertasa de la miel. **Apiacta**, Bucarest, v. 36, p. 177-181, 2001.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangaú, 1996. 144 p.

LACAZ-RUIZ, R. **Manual práctico de microbiología básica**. São Paulo: EDUSP, 2000. 129 p.

LASCEVE, G.; GONNET, M. Analyse par radioactivation du contenu minéral d'un miel. Possibilité de préciser son origine géographique. **Apidologie**, Versailles, v. 5, p. 201-223, 1974.

MARCHINI, L.C.; SOUZA, B.A. Composição físico-química, qualidade e diversidade dos méis brasileiros de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2., 2006, Aracaju. **Anais ...** Aracaju: CBA, 2006. 1 CD-ROM.

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.

MARCHINI, L.C.; SODRÉ, G.S; MORETI, A.C.C.C. **Mel brasileiro: composição e normas**. Ribeirão Preto: ASP, 2004. 131 p.

MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; TEIXEIRA, G.M.; OLIVEIRA, P.C.F. de; RUBIA, V.R. Características físico-químicas de amostras de méis da abelha uruçú (*Melipona scutellaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 203.

MORAES, R.M. **Análise de mel**. Pindamonhangaba: IZ/SAA, 1994. Não paginado.

MORAES, R.M.; TEIXEIRA, E.W. **Análise do mel (Manual técnico)**. Pindamonhangaba: [s.n.], 1998. 41 p.

MOREIRA, R.F.A.; DE MARIA, C.A.B. Glicídios no mel. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, p. 516-525, 2001.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 1997. 445 p.

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

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**, La Alcarria, n. 5, p. 8-9, 1988. In: **Apicultural Abstracts**, Cardiff, 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**. 1989. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

PEREIRA, E.A.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. Comportamento reológico de mel da abelha urucu (*Melipona scutellaris*, L.). **Revista de Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, p. 179-186, 2003.

PREGNOLATO, W. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 533 p.

QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. de; SILVA, C.L. da; MATA, M.E.R.M.C. Comportamento reológico de méis de florada de silvestre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 190-194, 2007.

RODRIGUES, A.C.L.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de. Análises de mel de *Apis mellifera* L., 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 73, p. 255-262, 1998.

SALINAS, F.; ESPINOSA-MANSILLA, A.; BERZAS-VEVADO, J.J. Flow-injection determination of HMF in honey by Winkler method. **Journal of Analytical Chemistry**, New York, v. 340, p. 250-252, 1991.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT 9.1: user's guide**. Cary, 2004. 5121 p.

SCOTT, V.N.; CLAVERO, R.S.; TROLLER, J.A. Measurement of water activity (a_w), acidity, and brix. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. p. 649-657.

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Determinação do nitrogênio total e da proteína bruta. In: _____. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, p. 57-75, 2002.

SILVA, R.N.; MONTEIRO, V.N.; ALCANFOR, J.D.X.; ASSIS, E.M.; ASQUIERI, E.R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 337-341, 2003.

SIMAL, J.; HUIDOBRO, J. Parámetros de calidad de la miel III. Acidez (pH, libre, láctica & total) e índice de formol. **Offarm**, Lisboa, v. 3, p. 532, 1984.

SODRÉ, G.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**. 2000. 83 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; CARVALHO, C.A.L. de. Análises multivariadas com base nas características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) da região litoral norte do Estado da Bahia. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayaguez, v. 11, p. 129-137, 2003.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; OTSUK, I.P.; CARVALHO, C.A.L. de. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 1139-1144, 2007.

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

SOUZA, B.A.; ROUBIK, D.W.; BARTH, O.M.; HEARD, T.A.; ENRÍQUEZ, E.; CARVALHO, C.A.L.; VILLAS-BÔAS, J.K.; MARCHINI, L.C.; LOCATELLI, J.C.; PERSANO-ODDO, L.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; BOGDANOV, S; VIT, P. Composition of stingless bee honey: setting quality standards. **Interciencia**, Caracas, v. 31, p. 867-875, 2006.

SOUZA, D.C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicas de méis de tiúba (*Melipona compressipes*) do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 267-268.

SOUZA, R.C.S.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; OLIVEIRA, F.P.M. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região amazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, p. 333-336, 2004b.

STATPOINT. **The user's guide to Statgraphics® Centurion XV**. Northern Virginia, 2005. 295 p.

STEFANINI, R. Variability and analysis of Italian honeys. **Apiacta**, Bucarest, v. 19, p. 109-114, 1984.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Estatísticas dos municípios baianos**. Salvador, 2004. 1 CD-ROM.

TEMIZ, A.I. Composition and characteristics of honeys from the Izmir region, and effects of different storage methods. **Ege Bolge Zirai Arastirma Enstitusu Yayinlari**, v. 31, p. 113, 1983. In: **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1984-86.

TERRAB, A.; GONZÁLEZ, A.G.; DÍEZ, M.J.; HEREDIA, F.J. Characterization of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 218, p. 88-95, 2003.

TOSI, E.; MARTINET, R.; ORTEGA, M.; LUCERO, H.; RÉ, E. Honey diastase activity modified by heating. **Food Chemistry**, London, v. 106, p. 883-887, 2008.

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

VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, 1984. 95 p.

VILLAS-BÔAS, J.K.; MALASPINA, O. Parâmetros físico-químicos propostos para o controle de qualidade do mel de abelhas indígenas sem ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 82, p. 6-16, 2005.

VIT, P.; PULCINI, P. Diastase and invertase activities in Meliponini and Trigonini honeys from Venezuela. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 35, p. 57-62, 1996.

VIT, P.; MEDINA, M.; ENRÍQUEZ, E. Quality standards for medicinal use of Meliponinae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. **Bee World**, Bucks, v. 85, p. 2-5, 2004.

VIT, P.; FERNANDEZ-MAESO, M.C.; ORTIZ-VALBUENA, A. Potencial use of the three frequently occurring sugars in honey to predict stingless bee entomological origin. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, p. 5-8, 1998.

VIT, P.; PERSANO-ODDO, L.; MARANO, M.L.; MEJIAS, E.S. Venezuelan stingless bee honeys characterized by multivariate analysis of physicochemical properties. **Apidologie**, Versailles, v. 29, p. 377-389, 1998.

VIT, P.; ENRIQUEZ, E.; BARTH, O.M.; MATSUDA, A.H.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Necesidad del control de calidad de la miel de abejas sin aguijón. **Revista de la Facultad de Medicina**, Mérida, v. 15, p. 89-95, 2006a.

VIT, P.; RODRÍGUEZ-MALAYER, A.; ALMEIDA, D.; SOUZA, B.A.; MARCHINI, L.C.; DÍAZ, C.F.; TRICIO, A.E.; VILLAS-BÔAS, J.K.; HEARD, T.A. A scientific event to promote knowledge regarding honey from stingless bees: 1. Physical-chemical composition. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 18, p. 270-276, 2006b.

WHITE JÚNIOR, J.W. Honey. In: GRAHAM, J. (Ed.). **The hive and honeybee**. Hamilton: Dadant & Sons, 1976. p. 491-530.

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

_____. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. **Bee World**, Bucks, v. 75, p. 104-107, 1994.

ZALEWSKI, R.I. Authentication of honey sample via test sample and principal component analysis. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 3, p. 223-227, 1991.

4 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS DE MEL DE ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINAE) DO ESTADO DA BAHIA

Resumo

O mel é um produto que apresenta atividade antibacteriana atribuída não somente a fatores físicos mas também químicos. Mesmo assim, ainda é possível encontrar uma série de microrganismos presentes neste produto, e que servem como indicadores de qualidade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica do mel produzido por abelhas sem ferrão do Estado da Bahia. Quarenta e sete amostras de mel foram avaliadas quanto à contagem padrão de bolores e leveduras, e presença de microrganismos do grupo coliforme. Informações sobre a umidade e atividade de água das amostras também foram obtidas. Um total de 53,2% das amostras apresentou contagem padrão para bolores e leveduras acima do máximo permitido pela Legislação brasileira. Para microrganismos do grupo coliforme, somente uma amostra foi positiva para coliformes a 35°C. A presença destes microrganismos, principalmente bolores e leveduras, mesmo em amostras colhidas assepticamente indica a necessidade de identificação desta microbiota e sua possível ocorrência natural no mel produzido por este grupo de abelhas.

Palavras-chave: Bolores e leveduras; Coliformes; Controle de qualidade microbiológica

Abstract

The honey is a product that presents antibacterial activity attributed not only to its physical factors but also to the chemical ones. Even so, it is still possible to find many microorganisms present in this product, serving as quality indicators. The objective of this work was to evaluate the microbiologic quality of the honey produced by stingless bees from Bahia State, Brazil. Forty-seven samples of honeys were evaluated for the standard counting of moulds and yeasts, and presence of coliform group microorganisms. Information regarding the moisture content and water activity of the samples were also obtained. A total of 53.2% of the samples presented standard counting of moulds and yeasts above the maximum value allowed by the current Brazilian Legislation. For microorganisms of the coliform group, only one sample was positive for coliform at 35°C. The presence of these microorganisms, mainly moulds and yeasts, even in samples aseptically harvested, indicates the need to identify this microbiota and its possible natural occurrence in the honey produced by this group of bees.

Keywords: Moulds and yeasts; Coliform; Microbiological quality control

4.1 Introdução

O mel, juntamente com os demais produtos das abelhas, possui a imagem de um produto natural, saudável e limpo (BOGDANOV, 2006), sendo atribuídas a ele propriedades medicinais e atividade antimicrobiana, geralmente relacionadas a fatores físicos (e.g. osmolaridade) e químicos (e.g. concentração de peróxido de hidrogênio e voláteis). A presença de compostos fenólicos e da enzima glicose oxidase também proporcionam uma barreira ao desenvolvimento dos microrganismos devido à forte característica oxidante destes compostos (JEFFREY; ECHAZARRETA, 1996; MOLAN, 1999; WESTON, 2000; De MARIA; MOREIRA, 2003).

Estudos laboratoriais demonstram ainda a capacidade do mel em inibir uma gama de patógenos que se desenvolvem em ferimentos, especialmente aqueles com potencial para desenvolver resistência a antibióticos, como *Staphylococcus aureus* e *pseudomonas* (DUNFORD et al., 2000; ESTRADA et al., 2005; GONÇALVES; ALVES FILHO; MENEZES, 2005; ORTIZ-VAZQUEZ; CABALLERO; CUEVAS-GLORY, 2007). Para méis da Nova Zelândia, foi verificada uma grande diversidade de méis com e sem presença desta atividade contra microrganismos, sugerindo que a flora explorada pelas abelhas para fornecimento do néctar é que determinará a natureza da atividade antimicrobiana do mel (ALLEN; MOLAN; REID, 1991).

Apesar destas características ainda é possível observar a ocorrência de microrganismos no mel. Esta microbiota pode ser dividida em dois grupos: os provenientes de fontes primárias quando o néctar está sendo colhido, armazenado ou amadurecido; e os de contaminação secundária, diretamente relacionados à extração e beneficiamento (GILLIAM, 1971; SNOWDON; CLIVER, 1996).

Esta microbiota presente no mel se constitui em um dos principais critérios de qualidade do produto, juntamente com as suas características sensoriais, químicas e físicas. Internacionalmente, estes critérios de qualidade do mel são especificados em regulamentos, compilados no *Codex Alimentarius* (BOGDANOV et al., 1999). Para méis comercializados no MERCOSUL também existem requisitos de qualidade estabelecidos (FINOLA; LASAGNO, MARIOLI, 2007).

Apesar da atual Legislação brasileira para mel (BRASIL, 2000) não contemplar as características microbiológicas aceitáveis para o produto, estes conceitos precisam ser revistos principalmente por se tratar de um produto consumido por crianças, idosos e enfermos

(TCHOUMBOUE et al., 2007; MURATORI; SOUZA, 2002). Os únicos valores de referência para esta característica qualitativa presentes no Brasil foram estabelecidos pela Legislação sobre mel que precedeu a atual (BRASIL, 1997), e pela RDC 012 da ANVISA (BRASIL, 2001). Nestas regulamentações, as condições higiênico-sanitárias do mel são avaliadas pela contagem de bolores e leveduras, e verificação da presença de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C. Importante ressaltar que todas estas regulamentações que visam ao controle de qualidade do mel, seja nacional ou internacional, somente consideram características de qualidade atendidas, em sua maioria, pelo mel produzido pelas abelhas *Apis mellifera*, desconsiderando a existência das abelhas sem ferrão (meliponíneos).

Uma proposta de regulamentação para mel desumidificado de abelhas sem ferrão já se encontra protocolada junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), não tendo sido ainda submetida à consulta pública.

4.1.1 O mel das abelhas sem ferrão

Ao mel produzido pelas abelhas sem ferrão são atribuídas algumas características particulares, como elevada umidade (variando de 18,0 a 34,6%), perfume pronunciado e ser levemente ácido (KERR; CARVALHO; NASCIMENTO, 1996; AZEREDO et al., 1998). Esta elevada umidade já foi verificada para diversas espécies de abelhas sem ferrão como *Melipona asilvai* (SOUZA et al., 2004), *M. compressipes* (SOUZA; BAZLEN, 1998), *M. quadrifasciata* (ALMEIDA, 2002), *M. mandacaia* (ALVES et al., 2005), *M. scutellaris* (MARCHINI et al., 1998; EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005), *Scaptotrigona bipunctata* (ALMEIDA-ANACLETO, 2007) e *Tetragonisca angustula* (RODRIGUES; MARCHINI; CARVALHO, 1998; AZEREDO et al., 2000; ALMEIDA-MURADIAN; BARION, 2007), podendo ser considerada como uma das principais características que diferencia este produto dos meliponíneos daquele produzido por *A. mellifera*.

Esta elevada umidade, quando associada à presença de levedos, pode desencadear processos fermentativos desde que as condições sejam favoráveis. O aumento da temperatura de estocagem do mel, por exemplo, é uma destas condições que influenciam positivamente no desenvolvimento destas leveduras e de outros organismos osmofílicos (WHITE JÚNIOR, 1978; CRANE, 1985) que levam à deterioração do produto. Condições como granulação, uma alta

contagem inicial de leveduras e a presença de cinzas e nitrogênio podem também favorecer a fermentação do mel (CRANE, 1979).

No entanto, somente o conhecimento do conteúdo de água não é suficiente para avaliar a estabilidade do alimento durante sua armazenagem. Desta forma o conceito da atividade de água tem sido incorporado por diversas agências regulatórias, com enfoque no crescimento de microrganismos indesejáveis, definições de potencial de riscos alimentares, controle de pontos críticos, normas para alimentos em conservas e exigências de embalagem (FONTANA Jr., 2000; SCOTT; CLAVERO; TROLLER, 2001).

Mesmo com a importância apresentada pelo mel das abelhas sem ferrão, seja pelo seu potencial econômico, seja pela sua utilização na alimentação ou na medicina popular, são poucos os estudos realizados com o objetivo de quantificar a microbiota existente neste produto. A maioria dos trabalhos desenvolvidos (e.g. MATUELLA; TORRES, 2000; MARTINS; MARTINS; BERNARDO, 2003; ROLL et al., 2003; IURLINA; FRITZ, 2005; SEREIA, 2005; SODRÉ et al., 2007) analisam o mel das abelhas *A. mellifera*, que apresentam características particulares em relação ao mel dos meliponíneos.

4.1.2 Microbiota do mel

O mel é um produto usualmente contaminado por microrganismos, sendo as leveduras (fermentos) osmofílicas, principalmente *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* e *Torula*, os predominantes (MIGDAL et al., 2000). Há ainda uma espécie descrita, *Zygosaccharomyces lentus*, que tem a capacidade de crescer a baixas temperaturas (STEELS et al., 1999). Com relação aos fungos (bolors), muitos deles estão associados ao conteúdo intestinal das abelhas, colméias e pasto apícola. Fungos, incluindo *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Penicilium* e *Peyronelia* têm sido isolados em fezes de larvas de abelhas e no mel (GILLIAM; PREST, 1987). A presença de alguns destes microrganismos no mel são considerados como contaminantes dentro de programas de APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) (EZENWA, 2006).

Fisiologicamente, bolors e leveduras adaptam-se a sobrecargas mais severas que a maioria dos microrganismos, podendo crescer em substratos com concentrações de açúcares intoleráveis para as bactérias, já que não são tão sensíveis às altas pressões osmóticas. Podem também tolerar e crescer em concentrações altas de ácidos, suportando variações de pH entre 2 e

9, embora o ótimo para a maioria das espécies esteja situado em torno de 5,6 (LACAZ-RUIZ, 2000).

Já o grupo coliforme, mais especificamente os coliformes a 35°C (coliformes totais), é composto por bactérias gram-negativas não esporuladas, fermentadoras de lactose, com produção de ácido e gás em faixa de temperatura que varia entre 32° e 37°C. Por sua vez, os coliformes a 45°C (coliformes fecais) constituem um subgrupo dos coliformes totais, cujo habitat natural é o trato intestinal dos animais homeotérmicos e que, do ponto de vista sanitário, funcionam como indicadores capazes de evidenciar com uma maior probabilidade que o alimento tenha entrado em contato com material de origem fecal (NOVAK; ALMEIDA, 2002, citando diversos autores).

Ainda de acordo com esses autores, do ponto de vista de constituição, o grupo dos coliformes é composto por bactérias de um número restrito de gêneros e inclui basicamente *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Erwinia* e *Enterobacter*. Os coliformes a 45°C, por se tratarem de um subgrupo cuja detecção é sequencial e dependente dos resultados positivos para coliformes a 35°C, indicam com maior grau de certeza a possível presença de patógenos entéricos. Dentre os microrganismos isolados a partir dos testes de coliformes fecais, a *Escherichia coli* é encontrada com maior frequência, sendo adotado como indicador clássico para a possível presença de patógenos entéricos em alimentos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade microbiológica de amostras de mel de meliponíneos proveniente de diferentes localidades do Estado da Bahia, verificando a possível presença de contaminantes microbiológicos que possam comprometer a utilização deste produto para consumo humano direto.

4.2 Material e Métodos

Para realização do presente trabalho foram utilizadas 47 amostras de mel de abelhas sem ferrão, produzido pelas seguintes espécies: *Frieseomelitta varia* (01 amostra), *Melipona asilvai* (07 amostras), *M. mandacaia* (02 amostras), *M. quadrifasciata anthidioides* (09 amostras), *M. scutellaris* (15 amostras), *Nannotrigona testaceicornis* (03 amostras), *Scaptotrigona tubiba* (01 amostra), *S. xanthotricha* (02 amostras) e *Tetragonisca angustula* (05 amostras). Em duas amostras provenientes de Itaberaba, somente o gênero das abelhas foi informado, sendo *Partamona* sp. (01 amostra) e *Scaptotrigona* sp. (01 amostra). As amostras foram colhidas entre o

período de dezembro de 2004 e maio de 2006, provenientes de diferentes localidades do Estado da Bahia (Figura 4.1 e Tabela 4.1) em suas respectivas épocas de produção.

As amostras foram obtidas por meio de sucção com seringa descartável ou bomba elétrica, sendo armazenadas em potes plásticos de 200mL, de fechamento hermético e mantidas sob refrigeração (aproximadamente 5,0°C) até realização das análises no Laboratório de Insetos Úteis, setor de Entomologia do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, campus de Piracicaba-SP.

Figura 4.1 - Distribuição espacial das localidades de colheita das amostras de mel produzido por meliponíneos (Apidae: Meliponinae) no Estado da Bahia

Tabela 4.1 - Locais de colheita (localidade e coordenadas), espécies de abelhas produtoras e codificação das amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) submetido à contagem padrão de bolores e leveduras (UFC.g⁻¹) e determinação de coliformes a 35°C e a 45°C (NMP.g⁻¹)

Locais	Coordenadas	Espécies	Amostra
Camaçari	12°58'S/38°15'O	<i>Melipona scutellaris</i>	7, 14, 16
		<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	24, 25, 26
		<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>	3
Cruz das Almas	12°40'S/39°06'O	<i>M. scutellaris</i>	34
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	39, 41
Itaberaba	12°31'S/40°18'O	<i>M. asilvai</i>	28, 30, 31, 33
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	32
		<i>Partamona</i> sp.	27
		<i>Scaptotrigona</i> sp.	29
Porto de Sauípe	12°22'S/37°53'O	<i>Frieseomelitta varia</i>	37
		<i>M. scutellaris</i>	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 36
		<i>S. xanthotricha</i>	17
		<i>S. tubiba</i>	18
		<i>Tetragonisca angustula</i>	20, 22, 23
Quijingue	10°45'S/39°13'O	<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	38
Salgadália	11°27'S/39°10'O	<i>M. asilvai</i>	42, 43, 44
		<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	40, 45, 46, 47
Salvador	12°59'S/39°26'O	<i>T. angustula</i>	19, 21
São Gabriel	11°13'S/41°54'O	<i>M. mandacaia</i>	1, 2
Serrinha	11°39'S/39°04'O	<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	35

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo metodologia descrita nas normas internacionais (DOWNES; ITO, 2001) para cada grupo de microrganismo. Nestas análises foram

realizadas contagens padrão de bolores e leveduras, e pesquisadas as presenças de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C nas amostras de mel.

Uma alíquota de 25,0 gramas das amostras de mel foi tomada para preparação da primeira diluição (10^{-1}) em 225,0 mL de água peptonada tamponada 0,1%, e as preparações das diluições decimais subsequentes foram realizadas em tubos contendo 9,0 mL do mesmo diluente para obtenção das concentrações 10^{-2} e 10^{-3} de mel.

Para contagem padrão dos bolores e leveduras, 1,0mL das diluições foi plaqueado em profundidade, utilizando o meio BDA acidificado com ácido tartárico 10% até pH 3,5. A incubação se deu em estufa BOD a 25°C durante 5 dias. Após esse período as placas foram contadas para determinar o número de unidades formadoras de colônia (UFC.g⁻¹). Para a pesquisa de coliformes foi utilizada a técnica de fermentação em tubos múltiplos, sendo inicialmente realizado o teste presuntivo utilizando o caldo lauril sulfato triptose (LST) para incubação das diluições, permanecendo este material em estufa BOD a 35°C por 48 horas.

Para os tubos da série LST que apresentaram resultados positivos (formação de gás no interior do tubo de Duran), foi realizado o teste confirmatório utilizando o caldo verde bile brilhante (VBB) para coliformes a 35°C, e o caldo EC para coliformes a 45°C, sendo este último mantido sob agitação (Figura 4.2). O número de coliformes (NMP.g⁻¹) foi obtido pela tabela de Hoskins.

Além das análises microbiológicas, foram também obtidas informações sobre a umidade e a atividade de água (a_w) das amostras de mel. A umidade foi determinada por meio de refratômetro específico para mel (ATAGO, 1988, 2007), e a a_w com o equipamento AquaLab 3TE para determinação da atividade de água pelo ponto de orvalho (SCOTT; CLAVERO; TROLLER, 2001; DECAGON, 2005). Os dados obtidos para cada espécie, em triplicata, foram analisados usando o programa SAS/STAT (SAS, 2004) sendo calculado o coeficiente de correlação de Spearman entre estas características e a contagem de bolores e leveduras. Para três amostras de mel de *N. testaceicornis*, não foi possível obter o valor de a_w devido a quantidade insuficiente de mel por amostra. Desta forma, estes dados faltantes foram estimados pela técnica de imputação múltipla (BERGAMO; DIAS; KRZANOWSKI, 2007), e estão indicados por sublinhado na Tabela 4.2.

Figura 4.2 - Procedimentos adotados para a avaliação de qualidade microbiológica: (A) acidificação do meio BDA para contagem padrão de bolores de leveduras; (B) visão geral e (C) detalhe de placas utilizadas para a contagem padrão de bolores e leveduras; e (D) visão geral de teste presuntivo para verificação da presença de coliformes

4.3 Resultados e Discussão

Os resultados encontrados para as contagens padrão de bolores e leveduras (UFC.g⁻¹), número mais provável de coliformes a 35°C e a 45°C (NMP.g⁻¹), umidade e atividade de água das amostras são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Contagem padrão de bolores e leveduras (UFC.g⁻¹), número mais provável de coliformes a 35°C e a 45°C (NMP.g⁻¹), umidade e atividade de água (a_w), determinados em amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

(continua)

Espécies	Ano	Bol./Lev. (UFC.g ⁻¹)	Coliformes		Umi (%)	a_w
			35°C (NMP.g ⁻¹)	45°C (NMP.g ⁻¹)		
<i>Frieseomelitta varia</i>	37	9,0 x 10	<3,0	<3,0	21,0	0,618
<i>Melipona asilvai</i>	28	5,0 x 10	<3,0	<3,0	41,2	0,824
	30	3,5 x 10	<3,0	<3,0	39,8	0,797
	31	7,5 x 10	<3,0	<3,0	41,4	0,812
	33	4,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	43,8	0,851
	42	1,5 x 10 ²	<3,0	<3,0	31,5	0,759
	43	4,0 x 10	<3,0	<3,0	34,0	0,746
	44	3,5 x 10	<3,0	<3,0	31,0	0,754
<i>M. mandacaia</i>	1	1,6 x 10 ³	6,4	<3,0	31,8	0,757
	2	1,3 x 10	<3,0	<3,0	31,0	0,740
<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	32	1,0 x 10	<3,0	<3,0	35,8	0,777
	35	2,0 x 10 ³	<3,0	<3,0	33,0	0,776
	38	1,5 x 10	<3,0	<3,0	31,0	0,738
	39	2,0 x 10	<3,0	<3,0	29,5	0,725
	40	2,5 x 10 ²	<3,0	<3,0	31,0	0,765
	41	4,0 x 10	<3,0	<3,0	31,0	0,749
	45	3,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	32,5	0,784

Tabela 4.2 - Contagem padrão de bolores e leveduras (UFC.g⁻¹), número mais provável de coliformes a 35°C e a 45°C (NMP.g⁻¹), umidade e atividade de água (a_w), determinados em amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

(continua)

Espécies	Amo	Bol./Lev. (UFC.g ⁻¹)	Coliformes		Umi (%)	a_w
			35°C (NMP.g ⁻¹)	45°C (NMP.g ⁻¹)		
<i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	46	2,4 x 10 ²	<3,0	<3,0	33,0	0,770
	47	3,2 x 10 ²	<3,0	<3,0	32,0	0,763
<i>M. scutellaris</i>	4	1,4 x 10 ²	<3,0	<3,0	30,3	0,722
	5	3,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	29,1	0,712
	6	1,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	29,4	0,715
	7	2,5 x 10	<3,0	<3,0	28,8	0,711
	8	7,5 x 10	<3,0	<3,0	28,8	0,690
	9	7,5 x 10	<3,0	<3,0	27,4	0,662
	10	2,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	28,7	0,681
	11	3,5 x 10	<3,0	<3,0	30,2	0,686
	12	3,2 x 10 ²	<3,0	<3,0	27,7	0,669
	13	1,8 x 10 ²	<3,0	<3,0	31,0	0,709
	14	5,1 x 10 ²	<3,0	<3,0	31,0	0,736
	15	3,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	28,0	0,708
	16	9,1 x 10 ²	<3,0	<3,0	29,8	0,720
	34	2,5 x 10	<3,0	<3,0	26,8	0,734
	36	5,9 x 10 ²	<3,0	<3,0	30,0	0,743
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	24	1,3 x 10 ²	<3,0	<3,0	28,3	<u>0,729</u>
	25	7,5 x 10	<3,0	<3,0	27,8	<u>0,729</u>
	26	2,0 x 10	<3,0	<3,0	27,5	<u>0,729</u>
<i>Partamona</i> sp.	27	2,2 x 10 ²	<3,0	<3,0	36,6	0,810
<i>Scaptotrigona tubiba</i>	18	4,0 x 10 ²	<3,0	<3,0	32,4	0,733

Tabela 4.2 - Contagem padrão de bolores e leveduras (UFC.g⁻¹), número mais provável de coliformes a 35°C e a 45°C (NMP.g⁻¹), umidade e atividade de água (a_w), determinados em amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) do Estado da Bahia

(conclusão)

Espécies	Amo	Bol./Lev. (UFC.g ⁻¹)	Coliformes		Umi (%)	a_w
			35°C (NMP.g ⁻¹)	45°C (NMP.g ⁻¹)		
<i>S. xanthotricha</i>	3	2,5 x 10	<3,0	<3,0	42,1	0,837
	17	4,6 x 10 ²	<3,0	<3,0	33,3	0,745
<i>Scaptotrigona</i> sp.	29	<1,0 x 10	<3,0	<3,0	35,8	0,762
<i>Tetragonisca angustula</i>	19	3,0 x 10 ³	<3,0	<3,0	26,5	0,660
	20	3,5 x 10	<3,0	<3,0	27,0	0,609
	21	4,4 x 10 ³	<3,0	<3,0	24,7	0,598
	22	4,5 x 10	<3,0	<3,0	26,9	0,636
	23	2,0 x 10 ³	<3,0	<3,0	27,9	0,644

Amo: amostra; Bol./Lev.: bolores e leveduras; Umi: umidade; a_w : atividade de água; Valores imputados são destacados por sublinhado

De acordo com os resultados obtidos para contagem padrão de bolores e leveduras, 25 amostras, correspondendo a 53,2% do total, apresentaram valores acima do máximo estabelecido pela Legislação brasileira (BRASIL, 2001), sendo consideradas impróprias para o consumo humano direto. Os valores máximo e mínimo foram verificados nas amostras 29 e 21, respectivamente, <1,0x10 e 4,4x10³ UFC.g⁻¹.

O percentual de amostras reprovadas devido à elevada contaminação por bolores e leveduras contradiz o constatado por Bruijn e Sommeijer (1997), que consideraram como ocasional a presença de leveduras em amostras de mel de *Melipona* (*M. beecheii*, *M. favosa*, *M. lateralis* e *M. trinitatis*) provenientes de diferentes países.

Considerando os valores determinados para as espécies de abelhas com maior número de amostras de mel (n>5), *M. scutellaris* foi a que obteve maior percentual de amostras reprovadas (66,7%), seguida por *T. angustula*, *M. quadrifasciata anthidioides* e *M. asilvai*, respectivamente 60,0%, 55,6% e 28,6%.

Avaliando a qualidade microbiológica de amostras de mel produzido por cinco espécies de abelhas sem ferrão no Estado de São Paulo (*T. angustula*, *S. bipunctata*, *N. testaceicornis*, *F. varia* e *Tetragona clavipes*), Almeida-Anacleto (2007) encontrou um total de 20 amostras (correspondendo a 64,5% do total analisado) com contagem de bolores e leveduras acima do permitido pela Legislação brasileira, variando entre $1,50 \times 10^2$ e $1,58 \times 10^4$ UFC.g⁻¹. As espécies *S. bipunctata* e *T. angustula* foram, das espécies com mais de cinco amostras, as que apresentaram um maior percentual de desclassificação, 83,4% e 60,0% respectivamente.

Outros trabalhos relacionados à quantificação de microrganismos no mel foram desenvolvidos, porém a maioria analisando o mel produzido por *A. mellifera*, sendo ainda poucos os trabalhos com mel de abelhas sem ferrão.

Em amostras de mel de Camarões, Tchoumboue et al. (2007) encontraram presença de contaminação por microrganismos em mais de 73,4% das amostras analisadas, atribuindo esta contaminação ao processamento pós-colheita ou adulteração do produto, uma vez que sua amostra de mel testemunha não apresentou estes níveis de contaminação. Também para mel de *Apis*, Finola; Lasagno e Marioli (2007), determinaram contagem menor que $1,0 \times 10$ UFC.g⁻¹ para bolores e leveduras em todas as amostras analisadas, apesar do baixo nível de acidez das amostras.

Para mel de *M. compressipes fasciculata* colhidas por diferentes métodos (método do produtor e método asséptico), Oliveira et al. (2005) verificaram diferenças entre a qualidade microbiológica dos produtos. Apesar de em nenhum dos dois métodos ter sido verificada a presença de coliformes, a contagem de bolores e leveduras em 65% das amostras colhidas pelos produtores estava acima do máximo estabelecido pelas normas brasileiras, contra 25% das colhidas assepticamente. Ainda de acordo com esses autores, a instalação de meliponários em ambientes insalubres e variáveis ambientais poderiam ser responsáveis pelas contagens acima dos padrões para as amostras colhidas assepticamente.

A importância destes cuidados durante a colheita das amostras de mel de abelhas sem ferrão foi demonstrada por Souza et al. (2006), avaliando a influência do método de colheita do mel de *M. scutellaris* sobre a sua qualidade microbiológica.

A presença de leveduras osmofílicas (tolerantes ao açúcar) é geralmente aceita para todo mel, em maior ou menor quantidade, as quais podem levar o produto a fermentar, implicando na hidrólise de açúcares com produção de álcool e gás carbônico (WHITE JÚNIOR, 1978; CRANE,

1979). A quantificação deste álcool (etanol) tem sido sugerida com o objetivo de constatar estes processos fermentativos (RUOFF; BOGDANOV, 2004). No entanto, essa análise deve ser utilizada com ressalva, sendo inclusive considerada como um critério pouco recomendável por Huidobro et al. (2001). Estes autores verificaram diferentes comportamentos na variação do etanol presente em amostras de mel avaliadas durante o período de um ano, possivelmente relacionados também à presença, ou não, de leveduras consumidoras deste álcool.

A origem dos fungos e leveduras no mel muitas vezes é de ocorrência natural. Muitos destes microrganismos naturalmente associados às abelhas representam uma microflora não-patogênica (GILLIAM, 1997), sendo muitos ainda desconhecidos. Eltz; Brühl e Görke (2002), citando diversos autores, informam que a coleta de fungos por abelhas em substituição ao pólen já foi verificada para espécies dos gêneros *Apis*, *Trigona* e *Partamona*. Já Teixeira et al. (2003), descreveram uma espécie de levedura isolada em abelhas sem ferrão, e associada ao alimento (mel e pólen), própolis, detritos e abelhas adultas, das espécies *M. quadrifasciata*, *M. rufiventris*, *T. angustula* e *Trigona fulviventris*. Também Machado (1971) relata a simbiose entre espécies de abelhas sociais brasileiras e a bactéria *Bacillus meliponotrophicus*.

Apesar da conhecida influência da quantidade de água sobre o crescimento de microrganismos, a umidade e a atividade de água das amostras de mel não explicaram as contagens de bolores e leveduras encontradas (Tabela 4.3). Este resultado pode estar relacionado ao fato da quantificação destes microrganismos no mel representar dados pontuais sobre esta quantidade e não o seu crescimento neste meio.

Tabela 4.3 - Coeficiente de correlação de Spearman entre a contagem de bolores e leveduras, umidade e atividade de água determinadas em amostras de mel de meliponíneos (Apidae: Meliponinae) provenientes do Estado da Bahia

	Bolores e leveduras	Umidade	Atividade de água
Umidade	-0,0879 (p=0,5569)	1,0000	-
Atividade de água	-0,1202 (p=0,4209)	0,8998 (p<0,001)	1,0000

Informações mais precisas em relação à interação destas características com o crescimento de microrganismos no mel poderiam ser obtidas por meio de determinações feitas no tempo. De acordo com Isengard; Kling e Reh (2006), o acompanhamento destas características da água nos alimentos é de grande importância pois afetarão tanto a estabilidade enzimática quanto microbiológica do produto, com reflexos sobre aspectos tecnológicos, nutricionais, logísticos, econômicos e legais.

Para microrganismos do grupo coliforme, somente uma amostra de mel apresentou resultado positivo para coliformes a 35°C, correspondendo a 2,13% das amostras. Para coliformes a 45°C nenhuma das amostras apresentou resultado positivo.

Amostras contendo coliformes a 35°C também foram detectadas por Almeida-Anacleto (2007) em duas amostras de mel produzido por *T. angustula* (de um total de 31 amostras produzidas por cinco espécies de meliponíneos), sendo ausentes os coliformes a 45°C.

O resultado positivo apresentado para coliformes a 35°C, sugere uma inobservância às boas práticas de manipulação em relação a esta amostra. Oliveira; Cabral e Lima (1984) alertam que a presença desses microrganismos também se constitui em um indicador para a possível presença de outros microrganismos de maior patogenicidade e mais difíceis de serem detectados.

Mesmo não tendo sido observada a presença de coliformes a 45°C nas amostras de mel de meliponíneos analisadas, resultados positivos poderiam sugerir com grande grau de certeza a presença de outros microrganismos que acompanham a *E. coli* na ecologia fecal.

A presença deste grupo de microrganismos indica contaminação externa do produto, uma vez que estas bactérias necessitam de $a_w > 0,91$ para seu crescimento (BOBBIO; BOBBIO, 2001; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). Para as amostras analisadas a maior atividade de água foi de $a_w = 0,851$, verificada para a amostra 33, sendo insuficiente para o desenvolvimento de patógenos enterais.

Outra constatação diz respeito ao fato de algumas das amostras terem sido produzidas por meliponíneos considerados de hábitos anti-higiênicos, inclusive havendo registros de coletas diretas de materiais fecais, como informado por Souza (2003) para *M. asilvai*, e por Nogueira-Neto (1997) para outras espécies de meliponíneos. Mesmo com esses hábitos indesejáveis as suas amostras de mel não foram comprometidas pela presença de coliformes.

De acordo com Cortopassi-Laurino e Gelli (1991), quando comparados ao mel produzido por *A. mellifera*, o mel das abelhas sem ferrão responde de maneira diferente às cepas de

bactérias e, no geral, possuem maiores propriedades bacteriostática e bactericida quando comparado ao mel das abelhas *Apis*. Contrariamente a esses autores, Miorin et al. (2003) avaliando a atividade antibacteriana de mel e própolis produzidos por *T. angustula* e *A. mellifera* contra *S. aureus*, verificaram que tanto o mel quanto a própolis apresentaram atividade contra este microrganismo, sem diferença estatística entre as espécies de abelhas, sendo a atividade da própolis maior que a do mel. Esta mesma similaridade de ação entre os méis de *Apis* e de meliponíneos foi verificada por Demera e Angert (2004), com amostras provenientes de diferentes regiões fitogeográficas da Costa Rica.

Apesar do registro desta atividade antimicrobiana, a adoção de boas práticas de produção associadas a técnicas de conservação que prolonguem a vida de prateleira do produto ainda têm sido sugeridas, levando-se em consideração o elevado teor de água do mel de meliponíneos e a presença de leveduras (FONSECA et al., 2006). Dentro desta perspectiva, a aplicação da técnica de desumidificação (ALVES et al., 2007) pode vir a atender a este propósito, sem alterações expressivas na qualidade e aceitabilidade do produto (CARVALHO et al.¹). Técnicas de irradiação do produto também são sugeridas como alternativa aos métodos tradicionais de pasteurização e refrigeração, inclusive apresentando ação sobre esporos de *Clostridium* (MIGDAL et al., 2000), devendo ainda ser utilizada com ressalva em função do pouco conhecimento sobre a composição microbiológica deste mel.

4.4 Conclusões

A maioria das amostras de mel produzido por abelhas sem ferrão provenientes de diferentes localidades do Estado da Bahia apresentou contagem padrão de bolores e leveduras acima do máximo previsto na Legislação brasileira.

As contagens de bolores e leveduras não apresentaram correlação significativa com o teor de umidade e a atividade de água das amostras.

A desclassificação das amostras foi independente da região de colheita no Estado ou da espécie de abelha produtora do mel.

¹ CARVALHO, C.A.L. de; SODRÉ, G.S.; FONSECA, A.A.O.; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A.; CLARTON, L. Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) submitted to a dehumidification process. Submetido à **Food Chemistry**. 2007.

Estudos devem ser realizados com a finalidade de identificar os microrganismos presentes no mel, e determinar se são naturalmente associados a este produto.

Somente uma das amostras apresentou resultado positivo para presença de coliformes a 35°C, sugerindo a possibilidade de contaminação durante a colheita do mel por manipulação inadequada do produto.

Nenhuma das amostras foi positiva para presença de coliformes a 45°C.

Referências

ALLEN, K.L.; MOLAN, P.C.; REID, G.M. A survey of the antibacterial activity of some New Zealand honeys. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, London, v. 43, p. 817-822, 1991.

ALMEIDA, D. de. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em área de cerrado do município de Pirassununga, Estado de São Paulo**. 2002. 103 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

ALMEIDA-MURADIAN, L.B. de; BARION, F. Physicochemical evaluation of Brazilian honey from Jataí bee (*Tetragonisca angustula*). In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 40., 2007, Melbourne. **Proceedings ...** Melbourne: IBRA, 2007. p. 90-91

ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SOUZA, B.A.; SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 644-650, 2005.

ALVES, R.M.O.; SODRÉ, G.S.; SOUZA, B.A.; CARVALHO, C.A.L. de; FONSECA, A.A.O. Desumidificação: uma alternativa para a conservação do mel de abelhas sem ferrão. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 91, p. 2-8, 2007.

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

_____. **Easy guide to refractometers**. Disponível em: <<http://www.atago.net>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M.A.A.; BESER, L.B.O.; COSTA, V.C.S.; SILVA, V.A.G. da. Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: CBA, 2000. 1 CD-ROM.

AZEREDO, L.C.; AZEREDO, M.A.A.; SOUZA, M.H.M. de; CUSTÓDIO, A.M.; TIOSSO, R.B.; SANTOS, A.L.S. dos. A relação açúcar/água e o desenvolvimento microbiano em méis de abelhas indígenas sem ferrão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 205-206.

BERGAMO, G.C.; DIAS, C.T.S.; KRZANOWSKI, W.J. Multiple imputation with distribution-free using the singular value decomposition in interaction matrix. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 1, p. 1-2, 2007.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do processamento dos alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 144 p.

BOGDANOV, S.; LÜLLMANN, C.; MARTIN, P.; OHE, W. von der; RUSSMANN, H.; VORWOHL, G.; PERSANO-ODDO, L.; SABATINI, A.G.; MARCAZZAN, G.L.; PIRO, R.; FLAMINI, C.; MORLOT, M.; LHÉRITIER, J.; BORNECK, R.; MARIOLEAS, P.; TSIGOURI, A.; KERKVLIT, J.; ORTIZ, A.; IVANOV, T.; D'ARCY, B.; MOSSEL, B.; VIT, P. Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. **Bee World**, Bucks, v. 80, p. 61-69, 1999.

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

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto no 30.691, de 08 de setembro 1997. **Diário Oficial**, Brasília, de 08 de setembro de 1997. Seção 1, p.19696-19697. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Mel.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000**, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/anexo_intrnorm11.htm>. Acesso em: 11 jul. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC 012, nº12, de 02 de janeiro de 2001**, Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 03 out. 2007.

BRUIJN, L.L.M. de; SOMMEIJER, M.J. The composition of honeys of stingless bees (*Melipona*). In: SOMMEIJER, M.J.; BEETSMA, J.; BOOT, W.J.; ROBERTS, E.J.; De VRIES, R. (Ed.). **Perspectives for honey production in the tropics**. Utrecht: NECTAR, 1997. p. 146-168.

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

CRANE, E. **Honey: a comprehensive survey**. London: Heinemann, 1979. 608 p.

_____. **O livro do mel**. São Paulo: Livraria Nobel, 1985. 226 p.

DE MARIA, C.A.B.; MOREIRA, R.F.A. Compostos voláteis em méis florais. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, p. 90-96, 2003.

DECAGON. **Aqualab - water active meter: operator's manual**. Washington, 2005. 112p.

DEMERA, J.H.; ANGERT, E.R. Comparison of the antimicrobial activity of honey produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* from different phytogeographic regions of Cost Rica. **Apidologie**, Versailles, v. 35, p. 411-417, 2004.

DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

DUNFORD, C.; COOPER, R.; MOLAN, P.; WHITE, R. The use of honey in wound management. **Nursing Standard**, v. 15, p. 63-68, 2000.

ELTZ, T.; BRÜHL, C.A.; GÖRKE, C. Collection of mold (*Rhizopus* sp.) spores in lieu of pollen by the stingless bee *Trigona collina*. **Insects Sociaux**, Paris, v. 49, p. 28-30, 2002.

ESTRADA, H.; GAMBOA, M.M.; CHAVES, C.; ARIAS, M.L. Evaluación de la actividad antimicrobiana de la miel de abeja contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* y *Aspergillus niger*. Evaluación de su carga microbiológica. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 55, p. 161-171, 2005.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E.M.; BESERRA, E.M.; RODRÍGUES, M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1166-1171, 2005.

EZENWA, S.A. Food safety and HACCP. **Bee Culture**, Medina, v. 134, p. 20-23, 2006.

FINOLA, M.S.; LASAGNO, M.C.; MARIOLI, J.M. Microbiological and chemical characterization of honeys from Central Argentina. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1649-1653, 2007.

FONSECA, A.A.O.; SODRÉ, G.S.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; SOUZA, B.A.; CAVALCANTE, S.M.P.; OLIVEIRA, G.A. de; MACHADO, C.S.; CLARTON, L. **Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação**. Cruz das Almas: UFRB; SECTI; FAPESB, 2006. 70 p. (Série Meliponicultura, 5).

FONTANA Jr., A.J. Understanding the importance of water activity in food. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 45, p. 7-10, 2000.

GILLIAM, J. Microbial sterility of the intestinal honey bee, *Apis mellifera*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 64, p. 315-316, 1971.

_____. Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 155, p. 1-10, 1997.

GILLIAM, M.; PREST, D.B. Microbiology of feces of the larval honey bee, *Apis mellifera*. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 49, p. 70-75, 1987.

GONÇALVES, A.L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Atividade antimicrobiana do mel da abelha nativa sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, p. 455-459, 2005.

HUIDOBRO, J.F.; REA, M.E.; MATO, I.; MUNIATEGUI, S.; FERNÁNDEZ-MUIÑO; SANCHO, M.T. Variation of apparent ethanol content of unspoiled northwestern Spanish honeys during storage. **Food Chemistry**, London, v. 73, p. 417-420, 2001.

ISENGARD, H.D.; KLING, R.; REH, C.T. Proposal of a new reference method to determine the water content of dried dairy products. **Food Chemistry**, London, v. 96, p. 418-422, 2006.

IURLINA, M.O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 15, p. 297-304, 2005.

JEFFREY, A.E.; ECHAZARRETA, C.M. Medical uses of honey. **Revista Biomed**, v. 7, p. 43-49, 1996.

KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; NASCIMENTO, V.A. **Abelha urucu: biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Acangá, 1996. 144 p.

LACAZ-RUIZ, R. **Manual práctico de microbiología básica**. São Paulo: EDUSP, 2000. 129 p.

MACHADO, J.O. Simbiose entre as abelhas sociais brasileiras (Meliponinae, Apidae) e uma espécie de bactéria. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 23, p. 625-633, 1971.

MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de; ALVES, R.M.O.; TEIXEIRA, G.M.; OLIVEIRA, P.C.F. de; RUBIA, V.R. Características físico-químicas de amostras de méis da abelha urucu (*Melipona scutellaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 203.

MARTINS, H.M.; MARTINS, M.L.; BERNARDO, F.M.A. Bacillaceae spores, fungi and aflatoxins determination in honey. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 98, p. 85-88, 2003.

MATUELLA, M.; TORRES, V.S. Teste da qualidade microbiologica do mel produzido nos arredores do lixão no Município de Chapecó - SC. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, p. 73-77, 2000.

MIGDAL, W.; OWCZARCZYK, H.B.; KEDZIA, B.; HOLDERNA-KEDZIA, E.; MADAJCZYK, D. Microbiological decontamination of natural honey by irradiation. **Radiation Physics and Chemistry**, Oxford, v. 57, p. 285-288, 2000.

MIORIN, P.L.; LEVY JUNIOR, N.C.; CUSTODIO, A.R.; BRETZ, W.A.; MARCUCCI, M.C. Antibacterial activity of honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 95, p. 913-920, 2003.

MOLAN, P.C. Why honey is effective as a medicine. I. Its use in modern medicine. **Bee World**, Bucks, v. 80, p. 80-92, 1999.

MURATORI, M.S.C.; SOUZA, D.C. Características microbiológicas de 132 amostras de mel de abelhas do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., 2002, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: CBA, 2002. p. 77.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 1997. 445 p.

NOVAK, F.R.; ALMEIDA, J.A.G. de. Teste alternativo para a detecção de coliformes em leite humano ordenhado. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 78, p. 193-196, 2002.

OLIVEIRA, C.P.S.; CABRAL, T.M.A.; LIMA, A.W.O. Coliformes totais e fecais e caracterização dos coliformes fecais em queijo tipo coalho comercializado em João Pessoa - PB. **Centro de Ciências da Saúde**, João Pessoa, v. 6, p. 34-38, 1984.

OLIVEIRA, E.G.; NASCIMENTO, A.R.; COSTA, M.C.P.; MONTEIRO NETO, V. Qualidade microbiológica do mel de tiúba (*Melipona compressipes fasciculata*) produzido no Estado do Maranhão. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, p. 92-99, 2005.

ORTIZ-VAZQUEZ, E.; CABALLERO, F.; CUEVAS-GLORY, L. Antibacterial activity of *Melipona* honey from Yucatán. In: APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 40., 2007, Melbourne. **Proceedings ...** Melbourne: IBRA, 2007. p. 99.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química dos alimentos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2004. 184 p.

RODRIGUES, A.C.L.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L. de. Análises de mel de *Apis mellifera* L., 1758 e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) coletado em Piracicaba-SP. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 73, p. 255-262, 1998.

ROLL, V.L.M.; BOMBO, A.J.; LOPES, T.F.; CARVALHO, L.R.; SILVA, M.G. Honey consumption in the State of São Paulo: a risk to human health? **Anaerobe**, Botucatu, v. 9, p. 299-303, 2003.

RUOFF, K.; BOGDANOV, S. Authenticity of honey and other bee products. **Apiacta**, Bucarest, v. 38, p. 317-327, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT 9.1**: user's guide. Cary, 2004. 5121 p.

SCOTT, V.N.; CLAVERO, R.S.; TROLLER, J.A. Measurement of water activity (a_w), acidity, and brix. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. p. 649-657.

SEREIA, M.J. **Caracterização físico-química, microbiológica e polínica de méis orgânicos e inorgânicos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. 2005. 103 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SNOWDON, J.A.; CLIVER, D.O. Microorganisms in honey. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 31, p. 1-26, 1996.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; ROSA, V.P. da; MORETI, A.C.C.C.; CARVALHO, C.A.L. de. Conteúdo microbiológico de méis de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, p. 39-42, 2007.

SOUZA, B.A. ***Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae): aspectos bioecológicos de interesse agrônomo**. 2003. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2003.

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

SOUZA, B.A.; MARCHINI, L.C.; ALVES, R.M.O.; CARVALHO, C.A.L. de; SODRÉ, G.S. Influência do método de coleta sobre a qualidade microbiológica do mel da abelha urucu (*Melipona scutellaris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2., 2006, Aracaju. **Anais ...** Aracaju: CBA, 2006. 1 CD-ROM.

SOUZA, D.C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicas de méis de tiúba (*Melipona compressipes*) do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais ...** Salvador: CBA, 1998. p. 267-268.

STEELS, H.; JAMES, S.A.; ROBERTS, I.N.; STRATFORD, M. *Zygosaccharomyces lentus*: a significant new osmophilic, preservative-resistant spoilage yeast, capable of grow at low temperature. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 87, p. 520-527, 1999.

TCHOUMBOUE, J.; AWAH-NDUKUM, J.; FONTEH, F.A.; DONGOCK, N.D.;PINTA, J.; MVONDO, Z.A. Physico-chemical and microbiological characteristics of honey from the sudano-guinean zone of West Cameroon. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 6, p. 908-913, 2007.

TEIXEIRA, A.C.P.; MARINI, M.M.; NICOLI, J.R.; ANTONINI, Y.; MARTINS, R.P.; LACHANCE, M.; ROSA, C.A. *Starmerella meliponinorum* sp. nov., a novel ascomycetous yeast species associated with stingless bees. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Reading, v. 53, p. 339-343, 2003.

WESTON, R.J. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. **Food Chemistry**, London, v. 71, p. 235-239, 2000.

WHITE JÚNIOR, J.W. Honey. **Advances in Food Research**, San Diego, v. 22. p. 287-374, 1978.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o atual crescente interesse em relação ao mel produzido pelas espécies de meliponíneos, um esforço de proporções internacionais tem sido desenvolvido no sentido de melhor conhecer este produto. As suas características particulares em relação ao mel produzido pelas abelhas do gênero *Apis* levaram a formação, pela *International Honey Commission* (IHC), de um grupo de trabalho para caracterização deste produto com o fim de propor padrões de qualidade para a sua comercialização.

Este trabalho tem sido conduzido em diversas partes do mundo, muitas vezes contando com colaborações entre pesquisadores de diversas instituições no sentido de reunir informações, diagnosticar necessidades relativas às análises e apresentação de resultados, além de propor estudos futuros que possibilitem a alimentação da base de dados do IHC possibilitando a normatização do mel destas abelhas (Capítulo 2).

Algumas tentativas de estabelecer esses critérios de qualidade já foram iniciadas. Possivelmente normas específicas para estas abelhas necessitem de poucos ajustes em relação aos critérios de qualidade já definidos para o mel das abelhas *Apis*, principalmente em relação ao valor máximo de umidade que o mel de meliponíneos deve apresentar (Capítulo 3).

Estes critérios de regulamentação, além de considerar o uso alimentar do mel, devem também contemplar a sua já tradicional aplicação como medicamento. Desta forma, a qualidade microbiológica do mel também deve ser apreciada para a regulamentação, principalmente considerando-se que das amostras analisadas no presente trabalho, 53,2% apresentaram contagem padrão para bolores e leveduras acima do máximo permitido para este tipo de produto. A identificação deste grupo de microrganismos é um próximo passo a ser dado para a caracterização desta microbiota presente e, muitas vezes, naturalmente associada às abelhas e aos seus produtos (Capítulo 4).

Uma possível regulamentação também deve considerar a aplicação de Boas Práticas de Fabricação à atividade, uma vez que muitas das características apresentadas pelo mel, seja físico-química ou microbiológica, são decorrentes do manejo aplicado à criação e aos métodos utilizados para a colheita do produto. Este conjunto de medidas proporcionará o estabelecimento de padrões para mel de meliponíneos, permitindo tanto o controle quanto a melhoria de

qualidade, inibindo a propagação de produtos falsificados no mercado e garantindo ao consumidor um produto de qualidade.

Como contribuição final deste trabalho, sugere-se que a proposição de normas para controle de qualidade do mel *in natura* produzido pelas abelhas sem ferrão considere, além dos ajustes para os limites de umidade e para as características microbiológicas, também os limites para açúcares redutores tendo em vista a desclassificação de um grande número das amostras analisadas.