

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO (PROPEG)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
PARA A AMAZÔNIA (CITA)  
CURSO DE MESTRADO

**BROMATOLOGIA DE MÉIS DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS NO  
MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL, ACRE.**

**Mestrando:** Marcus Augusto Damasceno do Vale  
**Orientador:** Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes.

Rio Branco, Acre

2015

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO (PROPEG)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
PARA A AMAZÔNIA (CITA)  
CURSO DE MESTRADO**

**BROMATOLOGIA DE MÉIS DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS NO  
MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL, ACRE.**

**MARCUS AUGUSTO DAMASCENO DO VALE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Ciência, Inovação e Tecnologia.

Orientador\_\_\_\_\_

Professor Dr. Fábio Augusto Gomes

Rio Branco – Acre

Maio 2015

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO (PROPEG)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
PARA A AMAZÔNIA (CITA)  
CURSO DE MESTRADO**

**MARCUS AUGUSTO DAMASCENO DO VALE**

DISSETAÇÃO APROVADA EM:

Professor Dr. Fábio Augusto Gomes  
(Orientador – UFAC)

Professor Dr. Josimar Batista Ferreira  
(Examinador - UFAC)

Professor Dr. Reginaldo Assêncio Machado  
(Examinador - UFAC)

À minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido a benção da vida, por iluminar meus caminhos e por me trazer até aqui.

Ao meu orientador Fábio Augusto Gomes pela amizade, ensinamentos, paciência, orientação e apoio em todos os momentos.

À minha esposa Erika Fernandes da Costa pelo companheirismo e amizade de todos os dias. Pela sua influência em minha carreira, e por sua ajuda nos momentos difíceis, com seus ensinamentos, apoio e pela calma que sempre traz ao meu coração.

Aos meus pais, José Augusto Ferreira do Vale (*in memoria*) e minha mãe Eurinice Damasceno do Vale, por me fazerem conhecer este belo mundo.

Aos meus filhos Nicolás Augusto e Camila Nicolle, pois em tudo que faço penso em vocês.

Aos professores do Programa, que tanto se empenham em trazer o melhor conhecimento.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições realizadas, Professores Josimar Batista Ferreira e Reginaldo Assêncio Machado.

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade de realização desse trabalho e ao Programa de Pós Graduação, em especial ao Márcio, que sempre secretariou o curso de forma solícita e eficiente.

Ao Professor Cássio Toledo Messias, por suas contribuições ao trabalho.

Aos amigos Osmar Torres e Marlon Araújo que sempre me deram força e me ajudaram na execução deste trabalho.

Aos meliponicultores que dedicam parte de suas vidas na manutenção e aprendizado sobre as melíponas, que constituem parte essencial deste trabalho, cedendo seu precioso mel.

Os meus mais sinceros agradecimentos!

“Porque o Senhor dá a Sabedoria, e da sua boca vem o conhecimento e o entendimento” Provérbios 2:6.

## RESUMO

O mel de abelhas sem ferrão é um produto considerado nutritivo e medicinal, economicamente valorizado no mercado informal brasileiro, motivado pela crescente procura por produtos naturais, porém, as características físicas, químicas deste produto ainda são pouco conhecidas. Desta forma, objetivou-se através desta pesquisa, avaliar o perfil físico-químico do mel de abelha sem ferrão produzido no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre. Os méis foram analisados seguindo as metodologias recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, nos seguintes parâmetros: umidade, açúcares totais, açúcares redutores, sacarose aparente, cinzas, proteína bruta, atividade diastásica, grau Brix, acidez livre, acidez lactônica, acidez total, pH, hidroximetilfurfural, condutividade elétrica, cor e as reações de Lugol, Lund e Fiehe. Os resultados demonstram não serem satisfatórios para todas as amostras analisadas, estando em desacordo aos padrões estabelecidos, indicando que a legislação atual referente à *Apis Mellifera* não se adequa a todos os caracteres analisados, principalmente quanto aos teores de umidade, corroborando com a necessidade de uma padronização própria para os méis de meliponíneos. Não foram observados nenhum tipo de adulteração nos méis analisados.

**Palavras-chave:** Controle de qualidade, meliponicultura, mel floral.

## ABSTRACT

The stingless bee honey is a product considered nutritious and medicinal, economically valued in the Brazilian informal market, driven by the growing demand for natural products, however, the physical, chemical of this product are still unknown. Thus, the aim through this research, evaluate the physical and chemical profile stingless bee honey produced in the city of Cruzeiro do Sul in Acre. The honeys were analyzed following the methodology recommended by the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, the following parameters: moisture, total sugars, reducing sugars, apparent sucrose, ash, crude protein, diastatic activity, Brix, free acidity, lactic acidity, total acidity , pH, hydroxymethylfurfural, electrical conductivity, color, and the reactions of Lugol, Lund and Fiehe. The results show not be suitable for all samples, being at odds with established standards, indicating that the current legislation on the *Apis mellifera* is not suitable for all characters analyzed, particularly as the moisture content, confirming the need for a own standardization of stingless bees for honey. There were no any tampering and the analyzed honeys.

**Keywords:** Quality control, meliponiculture, floral honey.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Caixa racional de abelhas indígenas sem ferrão.....	32
Figura 02	Autoclave.....	33
Figura 03	Meliponário.....	33
Figura 04	Procedimento de coleta de mel.....	34
Figura 05	Balança Analítica.....	35
Figura 06	Estufa de secagem.....	35
Figura 07	Estufa de secagem (Interior) com amostras.....	36
Figura 08	Mufra em funcionamento a 600°C.....	38
Figura 09	Parte externa do Bloco Digestor operando a 370°C.....	39
Figura 10	Vista frontal do Destilador de Nitrogênio.....	40
Figura 11	Refratômetro de bancada.....	41
Figura 12	pHmetro, agitador magnético e buretas.....	42
Figura 13	pHmetro digital.....	43
Figura 14	Espectrofotômetro.....	45
Figura 15	Condutivímetro.....	46
Figura 16	Distribuição percentual de cores.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

'	Minutos
°	Graus
g	Gramas
HMF	Hidroximetilfurfural
Kg	Quilograma
mg	Miligramas
mm	Milímetros
Ac	Acre
AD	Atividade Diastásica
meq	Miliequivalente
AOAC	“Association of the Oficial Analytical Chemists”
CAC	“Codex Alimentarius Commission”
IAL	Instituto Adolfo Lutz
nm	Nanômetro

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01	$\frac{N \times 100}{P} = \text{Umidade \%}$ .....	34
Equação 02	$\frac{100 \times 100 \times T}{P \times V} = \text{açúcar total, g/100g}$ .....	36
Equação 03	$\frac{2 \times 1000}{P \times V} = \text{açúcar redutor, g/100g}$ .....	37
Equação 04	$\left[ \frac{2 \times 1000}{\text{g/100g}} - C \right] \times 0,95 = \text{sacarose aparente,}$ .....	37
Equação 05	$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento}$ .....	37
Equação 06	$\frac{(V_a - V_b) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100}{P} = \text{Nitrogênio Total}$ ...	39
Equação 07	$NT \times F_n = \text{Proteína Bruna}$ .....	39
Equação 08	$\frac{300}{tx} = \text{Atividade Diastásica}$ .....	40
Equação 09	$\frac{(V - V_b) \times 50 \times f}{P} = \text{acidez livre, meq/kg}$ .....	42
Equação 10	$\frac{(10 - V_a) \times 50 \times f'}{P} = \text{acidez lac, meq/kg}$ .....	43
Equação 11	$\frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} = \text{HMF mg/kg}$ .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Legislação Brasileira, Legislação Mercosul e do Codex Alimentarius.....	24
Tabela 02	Escala Pfund.....	29
Tabela 03	Médias dos teores de Umidade (UM), Açúcares Totais (AT), Açúcares redutores (AR), Sacarose Aparente (SA), Cinzas (CZ), Proteínas (PR) e Atividade Diastásica (AD).....	48
Tabela 04	Medidas dos teores de °BRIX (°BX), Acidez Livre (AC.LIV), Acidez Lactônica (AC. LAC), Acidez total (AC. TOT), Hidroximetilfurfural (HMF), e Condutividade Elétrica (COND).....	51
Tabela 05	Resultados da análise de adulteração do mel.....	54

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
2.1	Abelhas Nativas sem Ferrão.....	18
2.2	Definição e classificação do mel.....	20
2.3	Características Bromatológicas e Físico-químicas do Mel...	21
2.3.1	Umidade.....	25
2.3.2	Açúcares Totais.....	25
2.3.3	Açúcares Redutores.....	25
2.3.4	Sacarose Aparente.....	26
2.3.5	Cinzas.....	26
2.3.6	Proteína .....	26
2.3.7	Atividade diastásica.....	27
2.3.8	°Brix.....	27
2.3.9	Acidez livre, Lactônica e Total.....	27
2.3.10	pH.....	28
2.3.11	Hidroximetilfurfural.....	28
2.3.12	Condutividade elétrica .....	29
2.3.13	Cor .....	29
2.3.14	Reação de Lugol.....	30
2.3.15	Reação de Lund.....	30
2.3.16	Reação de Fiehe.....	30
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	31
3.1	Obtenção das Amostras.....	31
3.2	Procedimentos Analíticos.....	34
3.2.1	Umidade.....	34
3.2.2	Açúcares Totais.....	36
3.2.3	Açúcares Redutores.....	36
3.2.4	Sacarose Aparente .....	37
3.2.5	Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo.....	37
3.2.6	Proteína.....	38
3.2.7	Atividade Diastásica.....	40
3.2.8	°Brix.....	41

3.2.9	Acidez Livre, Lactônica e Total.....	41
3.2.10	pH.....	43
3.2.11	Hidroximetilfurfural (HMF).....	44
3.2.12	Condutividade elétrica.....	45
3.2.13	Cor.....	46
3.3.14	Reação de Lugol.....	46
3.3.15	Reação de Lund.....	46
3.2.16	Teste de Fiehe.....	47
3.3	Análise estatística.....	47
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão pertencem à subfamília meliponinae, que é dividida em duas tribos: *Meliponini*, constituída apenas pelo gênero *Melipona*, encontrada exclusivamente nas regiões neotropicais, e *Trigonini*, que agrupa diversos gêneros distribuídos em toda área dos trópicos (NOGUEIRA-NETO, 1997). Apesar de ainda pouco conhecidas, têm grande importância por estarem cumprindo, há milhões de anos, seu papel de polinizadoras ao realizarem a visita às flores de plantas em busca de alimento. Estes pequenos animais possuem singular importância na manutenção da diversidade vegetal da flora nativa das florestas brasileiras. O trabalho realizado por elas é essencial para manutenção da fauna e da flora, com relevante contribuição para o equilíbrio do planeta. Sabe-se que mais de 90% das árvores brasileiras dependem das abelhas nativas que são as principais responsáveis pela polinização (BALLIVIÁN, 2008).

As abelhas da subfamília Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) são também conhecidas como “abelhas indígenas sem ferrão”, pelo fato de possuírem o ferrão atrofiado, não sendo capazes de ferroar ou de usar como um mecanismo de defesa. Estes insetos estão dentre os principais grupos de polinizadores por constituírem o maior representante dos animais que se alimentam de pólen e néctar nas áreas tropicais (JOHNSON e HUBELL, 1974).

De acordo com Silveira *et al.* (2002), estima-se que no Brasil existam aproximadamente 192 espécies de abelhas indígenas sem ferrão, criadas especialmente para produção de mel e seus sub produtos, principalmente na região Nordeste. As abelhas sem ferrão vivem em condições naturais de campo onde são encontradas, na maioria das vezes, em troncos de árvores (AQUINO, 2006).

As espécies de abelhas sem ferrão estão adaptadas às peculiaridades das florestas tropicais, podendo ser manejadas de modo racional para a produção de mel, pólen e para a manutenção da polinização de espécies silvestres (AGUILERA-PERALTA, 1999).

O uso do mel de abelhas como fonte de alimento é citado desde a antiguidade por suas características adocicadas sendo utilizado como adoçante natural, assim como medicamento, devido suas propriedades antissépticas, além do uso como conservante de frutas e grãos, e em algumas culturas constituía-se

elemento de rituais de oferenda aos deuses (SILVA *et. al.*, 2004; ALMEIDA-MURADIAN e BERA, 2007). No Brasil, as abelhas sem ferrão eram a única fonte de mel até o século XIX, e a cera, que é um de seus sub produtos, era utilizada pelos jesuítas para fabricação de velas (CRANE, 1983).

A criação de abelhas no Brasil é dividida em duas práticas distintas, denominadas de Apicultura e Meliponicultura. A Apicultura é a atividade mais utilizada e conhecida, consiste no manejo da abelha *Apis mellifera* e dos produtos provenientes de sua colmeia. Sua prática é amplamente difundida pelo mundo, detentora de tecnologia bem desenvolvida e os métodos de sua produção são bem definidos e conhecidos (NOGUEIRA-NETO, 1997). No Brasil existem legislações preconizando padrões de qualidade para mel (BRASIL, 2000), pólen, própolis e geleia real (BRASIL, 2001). A criação racional de abelhas sem ferrão é chamada de meliponicultura (AQUINO, 2006), e possui pouca evolução tecnológica, ainda é desenvolvida de forma artesanal, e o conhecimento vem sendo transmitido de uma geração para outra, diferentemente da atividade da apicultura que, ao longo dos anos, evoluíram para tecnologias modernas de manejo e produção. A meliponicultura vem ganhando espaço desde as últimas décadas, consolidando-se como uma alternativa sustentável para famílias rurais do Brasil, e vem se tornando uma prática crescente como fonte de renda (SOUZA, 2006). A criação e o manejo dessas abelhas vêm sendo fomentados por instituições governamentais e não governamentais, atraindo também o interesse dos agricultores, principalmente pela não agressividade e ausência de ferrão. A criação racional desses insetos é uma atividade que auxilia na geração de emprego e renda, por ser economicamente viável, sustentável e socialmente justa, refletindo na melhoria da qualidade de vida da família do meliponicultor ou do pequeno produtor familiar (VENTURIERI, 2006).

A meliponicultura é uma atividade que requer pouco investimento e que pode ser inserido concomitante nos plantios comerciais e de fruteiras, contribuindo para o aumento da produção através da polinização, além da renda extra proveniente da venda do mel (VENTURIERI *et. al.*, 2003).

A composição físico-química do mel foi objeto dos trabalhos de diversos autores, dentre eles CAMPOS (1987) e por SERRANO *et al.* (1994) que, salientam que essa composição está relacionada e sofre a interferência de diversos fatores, como por exemplo: a espécie botânica, a raça das abelhas, a natureza do solo, o



estado fisiológico da colônia, o grau de maturação e desidratação do mel e das condições climáticas. O principal componente do mel é o açúcar em solução, porém o mel contém também ácidos orgânicos, enzimas, vitaminas, acetilcolina, flavonóides, minerais e uma extensa variedade de compostos orgânicos que combinados exercem influência para a cor, odor e sabor, muitos desses, ainda não totalmente conhecidos (CRANE, 1983). Esses compostos menores somados representam apenas uma pequena fração do mel. Além disso, o mel também possui elevada atividade antibacteriana e antioxidante; devido a isso, é tradicionalmente utilizado contra várias enfermidades (DRUMOND, 2007). O conhecimento do conteúdo nutricional dos alimentos é fundamental para o estabelecimento de dietas, aplicação de uma alimentação balanceada, segurança alimentar e em contribuição para o desenvolvimento de novos produtos (LAJOLO, 1995).

A utilização do mel de abelhas sem ferrão para fins terapêuticos tem ganhado popularidade, elevando a procura e o preço do produto em comparação com o preço do mel das abelhas do gênero *Apis* (KERR *et al.* 1996). Como consequência, o produto dessas abelhas vem sendo de forma crescente objeto de discussão em eventos como congressos e fóruns, refletindo um exponencial aumento nos estudos científicos envolvendo os aspectos biológicos, ambientais e comportamentais das abelhas e de análises nutricionais e farmacológicas de seus produtos (SOUZA, 2006).

Embora os meliponíneos possuam uma produtividade de mel inferior em quantidade quando comparamos com a *Apis mellifera*, a doçura e o aroma característicos, atraem consumidores dispostos a pagar valores mais elevados pelo produto (CARVALHO *et al.* 2006). Este produto tem apresentado uma demanda crescente no mercado, alcançado preços bem mais elevados do que o preço do mel das abelhas do gênero *Apis* (KERR *et al.* 1996).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi de conhecer o perfil bromatológico e físico-químico de méis das abelhas sem ferrão que são produzidos no município de Cruzeiro do Sul, estado do Acre.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Abelhas Nativas sem Ferrão

As abelhas nativas brasileiras, também são conhecidas popularmente como abelhas sem ferrão, ou abelhas indígenas sem ferrão, por possuírem um ferrão atrofiado e que não é utilizado como mecanismo de defesa. Estas abelhas nativas pertencem à superfamília Apoidea, sendo subdividida em oito famílias: Colletidae, Andrenidae, Oxaeidae, Halictidae, Melittidae, Megachilidae, Anthophoridae e Apidae. A Apidae é subdividida em quatro subfamílias: Apinae, Meliponinae, Bombinae e Euglossinae. A subfamília Meliponinae se subdivide em duas tribos: *Meliponini* e *Trigonini*. A tribo *Meliponini* é composta por um único gênero, *Melipona*, com aproximadamente 20 espécies, enquanto a tribo *Trigonini* possui, dez gêneros, totalizando aproximadamente 120 espécies (KERR *et al.* 1996).

As abelhas sem ferrão vivem em condições naturais de campo, construindo suas colmeias em partes ocas do caule de árvores, em frestas de tijolos e de rochas, cabaças, dentre outros locais. Utilizam o barro, a cera e a resina como matéria-prima para o acabamento da entrada do ninho. A combinação cera e resina é chamada de cerume que unem as características de maleabilidade e isolamento térmico da cera ao poder antibiótico das resinas. A entrada dos ninhos varia de acordo com a espécie, podendo ser de enormes aberturas feitas de barro a canudos de cera, que para proteção da colmeia são fechados à noite (ALONSO, 1998). As entradas dos ninhos podem ter formas e tamanhos diferentes, e esta variação ocorre entre as espécies ou raças das abelhas que as constroem. Devido a esta característica, é um dos instrumentos utilizados para identificar as espécies. As abelhas da tribo *Meliponini* fazem as suas entradas de barro ou de geoprópolis (barro misturado ao própolis), geralmente é construído sob a forma de cratera de onde se irradiam sulcos e cristas alternadas. Na parte central, está o orifício usado pelas abelhas para entrar e sair do ninho, uma de cada vez (NOGUEIRA-NETO, 1997).

O nome dado ao criador destas abelhas é meliponicultor e a prática de criar abelhas melíponas é chamada de meliponicultura (AQUINO, 2006). Os índios foram os primeiros meliponicultores e, durante muito tempo, os únicos a fazerem uso desta prática, porém, cada vez mais tem despertado o interesse de pequenos e médios produtores, assim como agricultores de base familiar em desenvolvê-la. Ao contrário da apicultura, que é a criação racional de abelhas com ferrão, a meliponicultura é de

fácil manejo e necessita de pouco investimento para a sua produção. Essa atividade pode ser realizada de forma concomitante aos plantios florestais, de fruteiras e de culturas de ciclo curto, contribuindo, por meio da polinização, com o aumento da produção agrícola. Além dos lucros financeiros proveniente da venda de seus produtos, a meliponicultura contribui para o meio ambiente na preservação da vida vegetal e, também, na manutenção da variabilidade genética das espécies vegetais, associado ao fato de proporcionar lazer e satisfação ao criador (VENTURIERI *et al.* 2003).

As abelhas coletam para alimentação o néctar e o pólen além de outras substâncias não nutritivas como resina, argila, sementes, e óleo. A fonte de energia é o açúcar extraído do néctar, e a proteína é obtida através da coleta de grãos e pólen. O alimento coletado é armazenado na colônia em potes de cerume, passando por transformações que resultam em sua maturação (CRANE, 1983).

As alterações ambientais influenciam na disponibilidade alimentar interferindo na produtividade, sofrendo variações devido às flutuações de temperatura, umidade, intensidade luminosa, ventos e chuvas. Estes eventos ocorrem em ciclos que podem ser diários ou sazonais, influenciando no comportamento das abelhas, tanto no interior das colmeias como na atividade de coleta de material. A atividade de coleta de recursos também é influenciada pela fisiologia e morfologia da abelha, condições do clima, a oferta e disponibilidade de alimento, além da competição com outras abelhas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Segundo Aquino (2006), as abelhas sem ferrão estão presentes em todas as mesorregiões do nordeste brasileiro tendo as microrregiões do Curimataú e Seridó como a de maior predominância e ocorrência de espécies. O desmatamento, o uso indiscriminado de agroquímicos e a ação predatória de meleiros estão ameaçando de extinção muitas espécies destas abelhas no Brasil (KERR *et al.* 1996).

O mel produzido pelas abelhas sem ferrão é um alimento que contém componentes necessários à nutrição humana, como carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas, além de uma elevada atividade antibacteriana, sendo tradicionalmente usado contra doenças pulmonares, resfriados, gripe, fraqueza e infecções de olhos em várias regiões do país (DRUMOND, 2007).

Apesar da elevada importância, os estudos dos méis das abelhas sem ferrão ainda são insuficientes, sobretudo, estudos referentes às suas características físico-

químicas das diferentes espécies e as condições edafoclimáticas onde este mel foi produzido para que auxiliem na definição de padrões de qualidade para sua comercialização, pois a maioria dos trabalhos que objetivam o conhecimento deste produto, levam em consideração padrões e características estabelecidas pela Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 para o mel de *Apis mellifera* (SOUZA, 2006).

## **2.2 Definição e classificação do mel**

A maioria dos estudos científicos realizados com o mel das melíponas, dá destaque à caracterização físico-química, tendo como objetivo principal a contribuição de subsídios para uma definição de parâmetros e de critérios de controle de qualidade para o mel e seus derivados, promovendo o desenvolvimento da exploração racional e o desenvolvimento de novas técnicas de manejo e preservação das espécies, além do conhecimento do perfil nutricional (VIT e SOUZA, 2007).

O mel é um dos alimentos mais puros da natureza (MESQUITA *et al.* 2007), e o mais antigo adoçante utilizado para uso familiar, rico em nutrientes e de reconhecido valor energético e por possuir a maioria dos elementos minerais essenciais ao organismo humano, especialmente o selênio, manganês, zinco, cromo e alumínio, embora seja pobre em vitaminas, contendo traços de vitaminas A, B2, C e B6 (WIESE ,2000).

O mel é definido como uma substância viscosa e doce, elaborada pelas abelhas e proveniente do néctar das flores ou de secreções procedentes de partes vivas das plantas ou ainda de excreções de insetos sugadores de plantas, que as abelhas coletam, transportam, transformam, combinam com substâncias próprias, armazenam e deixam maturar nos favos dentro da colmeia (BRASIL, 2000; CODEX ALIMENTARIUS, 2001).

O mel produzido pelas abelhas sem ferrão quando comparados ao mel produzido por *Apis mellifera* apresentam diferenças em sua composição que podem ser aferidas pelos parâmetros físico-químicos, principalmente com relação à umidade, que é bastante elevada em méis de meliponíneos, tornando-os menos densos quando comparados ao mel das abelhas africanizadas. A cor do mel varia do

quase transparente ao âmbar, e o sabor e os níveis de açúcares dependem, da espécie, da época, da região e, principalmente, da florada (AZEREDO *et al.* 2000).

O mel, quando isento de impurezas, deve apresentar aspecto denso, líquido, viscoso e translúcido, podendo variar de cor, com sabor adocicado, com cheiro próprio e característico (CATALAN, 1981). Embora que produzido pelas abelhas, o mel não deve ser caracterizado como de origem animal, já que a abelha não o secreta, mas o elabora a partir de matérias primas coletadas no ambiente (CAMPOS, 1987). As características do mel estão sujeitas à sua origem, matérias primas de açúcares, minerais e vitaminas, entre outros, que serão a base para a composição, variando com sua origem floral (CRANE, 1983). Esta classificação pode variar: O mel de flores quando é obtido dos néctares das flores, podendo ser sub classificado em mel unifloral ou monofloral quando é obtido a partir de flores de uma mesma família, ou ainda, mel multifloral ou polifloral, quando é obtido a partir de origens florais distintas. O mel de melato é constituído a partir de secreções ou exsudações de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos, pertencentes à ordem Rhynchota, que podem penetrar a planta e atingir a seiva do floema. Estes insetos são conhecidos como sugadores de plantas (CRANE, 1983). O mel também pode ser classificado de acordo com o processo e procedimento de extração do favo em: mel escorrido, mel prensado e mel centrifugado, e quanto a sua apresentação comercial em: mel líquido, cristalizado ou semi-cristalizado, mel em favos, mel com pedaços de favo e mel filtrado (BRASIL, 2000; CODEX ALIMENTARIUS, 2001).

### **2.3 Características bromatológicas do mel**

A presença ou ausência e a proporção de diversas substâncias são o que definem as características físico-químicas do mel, dentre as principais podemos citar os glicídios, a água, os ácidos, as enzimas, os aminoácidos, os minerais, os flavonóides, as vitaminas, os pigmentos, a cera, os grãos de pólen, além de outras (HOOPER, 1981). Os percentuais destas substâncias variam com a origem da matéria-prima, manejo das colônias, condições edafoclimáticas e de armazenamento (CODEX ALIMENTARIUS, 2001; WHITE JÚNIOR, 1978).

As análises físico-químicas de méis são realizadas com o objetivo de comparar os resultados obtidos com padrões estabelecidos pelos órgãos oficiais

nacionais e internacionais, evidenciando não só uma preocupação com a qualidade do mel produzido no país e nas suas regiões, como também, a fiscalização de méis que são importados de outros países (CARVALHO *et al.* 2006).

Os glicídios são representados entre 85 a 95% do seu total por glicose e frutose (CRANE 1983). Os percentuais destes monossacarídeos podem variar, contribuindo para uma série de características do mel, citando como exemplo a presença da glicose, que estimula o aumento do teor de umidade, propiciando um ambiente favorável para o aumento das leveduras osmofílicas, resultando na fermentação do mel. Os demais glicídios são representados por uma mistura de frações de dissacarídeos, trissacarídeos e oligossacarídeos sendo a sacarose, maltose, turanose, melizínose e erlose os mais frequentemente encontrados (MARIA e MOREIRA, 2001). A legislação brasileira tolera valores mínimos de 65% para açúcares redutores e de no máximo 6% para sacarose.

A água é o segundo componente em maior quantidade presente no mel, variando de 15 a 21% do conteúdo para o mel de abelha *Apis mellifera* e de 20 a 45% para o mel de meliponíneos. Estes valores podem variar em decorrência do clima, origem floral, condições de coleta e de armazenamento (CARVALHO *et al.* 2006). O teor de água do mel influencia de forma direta sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização e sabor (FRÍAS e HARDISSON, 1992).

A acidez do mel é atribuída principalmente pela presença do ácido glicônico, que corresponde em média, de 70 a 90% dos ácidos orgânicos do mel, e é originado através do processo de conversão do monossacarídeo D-glicose em ácido glicônico, decorrente da ação da enzima D-glicose oxidase (WHITE JÚNIOR *et al.* 1963). Outros ácidos podem ser encontrados em frações menores, como os ácidos acético, benzóico, butírico, cítrico, fenilacético, fórmico, isovalérico, láctico, maléico, oxálico, propiônico, piroglutânico, succínico e valérico. Os ácidos influenciam no sabor característico do mel (CRANE, 1983).

Os minerais são encontrados no mel em pequenas proporções, normalmente variando entre 0,1% a 1,0%, de acordo com a origem da matéria-prima utilizada na produção (LACHMAN *et al.* 2007). Já foram identificados no mel vários minerais essenciais e não essenciais para o organismo, entre eles destaca-se: Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Titânio (Ti), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Lítio (Li), Níquel (Ni), Chumbo (Pb),

Estanho (Sn), Zinco (Zn), Ósmio (Os), Bário (Ba), Gálio (Ga), Bismuto (Bi), Prata (Ag), Ouro (Au), Germânio (Ge), Estrôncio (Sr), Berílio (Be) e Vanádio (Va) (WHITE JÚNIOR, 1978).

Assim como os minerais, as vitaminas estão presentes no mel em proporções muito baixas, sendo o pólen o principal responsável por sua presença. Já foram encontrados no mel vitaminas do complexo B e vitamina C. Os méis de *Apis mellifera* que são submetidos aos processos de clarificação e filtração têm seus teores de vitamina diminuídos em função da retirada do pólen (SERRANO *et al.* 1994).

Os aminoácidos são produtos da quebra de proteínas presentes no mel que existem em quantidades mínimas (CRANE, 1983).

As enzimas encontradas no mel são a invertase, diastase e glucose-oxidase. A invertase é a enzima responsável pela hidrólise da sacarose em glicose e frutose, no momento da coleta do alimento; a diastase tem a função de hidrolisar o amido que está presente no alimento; e a glucose-oxidase reage com a glicose resultando o ácido glucônico e peróxido de hidrogênio, que confere atividade antibacteriana, e contribui no resultado de seu sabor característico. O teor destas enzimas no mel podem ser utilizadas como um indicador de qualidade do produto, pois a redução ou ausência destas enzimas podem indicar a exposição do mel a um superaquecimento ou um longo tempo de estocagem (CRANE, 1983; WHITE JÚNIOR, 1978).

O hidroximetilfurfural (HMF) é um dos principais indicadores de qualidade do mel, sendo que valores superiores a  $60 \text{ mg.kg}^{-1}$  são reprovados pela legislação brasileira de controle de qualidade de méis (BRASIL, 2000). O HMF surge a partir da quebra de açúcares como glicose e frutose na presença de ácidos de forma gradual durante o envelhecimento ou a exposição à temperaturas elevadas sobre os açúcares (BASTOS *et al.* 2002). O hidroximetilfurfural é geralmente encontrado em pequena quantidade em mel recém-colhido e sua concentração tende a crescer de forma gradativa com o passar do tempo, influenciado com as condições de armazenamento (ZAPPALÀ *et al.* 2005).

A *Codex Alimentarius Commission* (CAC), órgão europeu que regula a produção de alimentos, define o mel como “substância natural, doce, produzida por todas as abelhas melíferas a partir do néctar ou de secreções das plantas”, que

enquadra nesta definição as espécies de abelhas nativas, e não somente o mel de *Apis mellifera*.

A Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000) é o regulamento técnico de identificação e qualidade, que preconiza os requisitos mínimos de qualidade do mel destinado ao consumo humano, para fins de comercialização. Esta legislação é baseada na legislação europeia e só atendem às características do mel de *Apis mellifera*, não contemplando as peculiaridades do mel das abelhas nativas do país, que apresentam diferenças em alguns parâmetros físico-químicos, como a sua umidade, que é bastante elevada, e comparativamente de menor densidade que o mel das abelhas africanizadas (AZEREDO *et al.* 2000). A legislação brasileira, por meio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000 estabelece nove caracteres (Tabela 01) para a normatização dos padrões de qualidade do mel (BRASIL, 2000). Nesta normativa constam: definição e classificação do mel de abelha, critérios específicos de qualidade com limites mínimos e máximos nos quais o mel deve se adequar.

Os países integrantes do MERCOSUL, assinaram a resolução MERCOSUL/GMC/RES. Nº 56/99, que regula a “Identidade e Qualidade do Mel” nos países signatários (MERCOSUL, 1999).

Na Europa, em 1962 a FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization) criou a Comissão do *Codex Alimentarius* com finalidade de definir os padrões de qualidade dos alimentos que são consumidos na comunidade europeia em prol da saúde do consumidor (ALMEIDA-MURIDIAN e BERA, 2007).

TABELA 01 - Parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Legislação Brasileira, Mercosul e Europeia (*Codex Alimentarius*) para o mel. Brasil (2000), Mercosul (1999) e Codex Alimentarius (2001)

Parâmetros	Brasil (2000)	Mercosul (1999)	<i>Codex Alimentarius</i> (2001)
Umidade (%)	Máximo 20,00	Máximo 20,00	Máximo 20,00
HMF (mg.kg <sup>-1</sup> )	Máximo 60,00	Máximo 60,00	Máximo 80,00 em regiões tropicais
Atividade diastásica (Gothe)	Mínimo de 8,00*	Mínimo de 8,00	Mínimo de 8,00
Açúcares redutores (%)	Mínimo de 65,00	Mínimo de 65,00	Mínimo de 60,00
Sacarose (%)	Máximo 6,00	Máximo 6,00	Máximo 5,00
Cinzas (%)	Máximo 0,60	Máximo 0,60	-
Condutividade elétrica (µS.cm <sup>-1</sup> )	-	-	Máximo 800,00
Acidez (meq.kg <sup>-1</sup> )	Máximo 50,00	Máximo 50,00	Máximo 50,00
Cor	de quase incolor a pardo-escuro	de quase incolor a pardo-escuro	incolor a pardo-escuro

\* tolera-se 3,00 se o HMF for menor que 15 meq.kg<sup>-1</sup>



Além destes, outros critérios podem ser utilizados afim de fornecer informações que possam contribuir no conhecimento deste produto. Os caracteres físico-químicos utilizados no presente trabalho foram:

### **2.3.1 Umidade**

A água é transportada pelas abelhas juntamente com o néctar até a colmeia onde passa pelo processo de desidratação e maturação (ALMEIDA–MURADIAN, 2007). O teor de umidade no mel está relacionado, entre outros fatores, com a origem floral, localização, condições climáticas de temperatura e umidade, edáficas, estação do ano e grau de maturação da colmeia (SOUZA, 2006).

A água é o segundo componente em maior quantidade, geralmente variando de 15 a 21%, na composição do mel de *Apis mellifera* e de 20 a 45% para méis de meliponíneos (CARVALHO *et al.* 2006). Esta variação depende do clima, origem floral e colheita antes da completa desidratação. Normalmente o mel de *Apis* tem menos de 18,5% de água. O teor de água no mel é, sem dúvida, uma das características mais importantes, por sua influência na viscosidade, peso, maturidade, solubilidade, cristalização, conservação e palatabilidade conforme relatado por Seemann e Neira, (1988).

### **2.3.2 Açúcares Totais**

Os açúcares totais são formados por sacarose, glicose e frutose em proporções que podem ocorrer devido a procedência do néctar, variando de acordo com o tipo de planta que o originou. Os açúcares contribuem com a conservação do mel, pois a pressão osmótica que exercem impedem o desenvolvimento de leveduras e de outros microrganismos (SANZ *et al.* 2002).

### **2.3.3 Açúcares Redutores**

Os açúcares redutores são os componentes com maior relevância presentes no mel, e aproximadamente 80% são monossacarídeos (glicose e frutose) e representam a maior proporção dos carboidratos presentes (SEEMANN e NEIRA, 1988). A glicose apresenta pouca solubilidade sendo um fator determinante na tendência a cristalização. A frutose possibilita a doçura devido sua alta higroscopicidade e dependendo da quantidade o mel pode permanecer líquido por

longos períodos ou nunca cristalizarem (CARVALHO, *et al.* 2006). Os açúcares redutores devem representar no mínimo 65% do total.

#### **2.3.4 Sacarose Aparente**

A concentração de sacarose aparente é um critério utilizado para diferenciar origem os méis, que podem ser monoflorais ou poliflorais. O teor elevado deste açúcar representa, na maioria das vezes, que a colheita foi realizada de forma prematura, ou seja, um produto em que a sacarose não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da enzima invertase (AZEREDO *et al.* 1999). A legislação brasileira estabelece que a porcentagem de sacarose aparente para o mel floral deve ser no máximo de 6% (BRASIL, 2000).

#### **2.3.5 Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo**

O teor de cinzas, também chamado de resíduo mineral fixo, expressam a riqueza mineral presente no mel, sendo um parâmetro bastante utilizado nas determinações de verificação de qualidade. Os sais minerais encontrados no mel podem ser influenciados por fatores relativos tanto as abelhas, flora, clima e solo. O teor de cinzas no mel tem influência na cor do produto, sendo que méis com maior quantidade de minerais tendem a ser mais escuros. Os principais minerais encontrados no mel são cálcio, sódio, potássio, magnésio, ferro, cloro, fósforo, enxofre e iodo (NOGUEIRA *et al.* 1984).

#### **2.3.6 Proteína**

A ocorrência de valores elevados de proteína em mel é um indicativo de adição de adulteradores, sendo este parâmetro utilizado na detecção de adulteração do mel (CRANE, 1983). Em análises realizadas com mel de *Apis mellifera*, a prolina representa cerca de 50-85% do total (WHITE JÚNIOR, 1978). A principal fonte de proteínas das abelhas é o pólen, e através dele os meliponíneos elaboram uma massa denominada samora ou sabura, que, assim como o mel, são armazenados em potes específicos e utilizados como alimento. O sabura é manipulado pelos meliponíneos com suas mandíbulas e durante esse processo recebe secreções provenientes das glândulas mandibulares e das glândulas hipofaríngeas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

### **2.3.7 Atividade diastásica**

A diastase ( $\alpha$ -amilase) é uma das enzimas que podem ser encontrados no mel, formadas a partir das glândulas hipofaringeanas das abelhas, além serem encontradas também, embora que em baixa proporção, nos grãos de pólen (PAMPLONA, 1989), tem função de digerir o amido e participa na digestão do pólen. Por ser uma enzima relativamente sensível ao calor, a ausência de sua atividade, seja ela parcial ou total, é o indicativo que o produto passou por um superaquecimento ou por longo período de armazenamento em temperaturas elevadas (SANTOS *et al.* 2003). A legislação brasileira e a internacional recomendam que o mel não passe por processo de aquecimento, pois suas enzimas perdem a atividade quando o mesmo é aquecido a temperatura acima de 70°C (PEREIRA *et al.* 1983).

### **2.3.8 Grau Brix**

O grau Brix é uma escala numérica capaz de mensurar a quantidade de sólidos solúveis presentes em uma solução de sacarose através do índice de refração. A escala Brix é comumente utilizada na indústria alimentícia para medir a proporção de açúcares em frutas, caldo de cana, vinhos e na indústria de açúcar. O grau Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) é a quantidade de sólidos solúveis, representados em grande parte pelos açúcares totais, e comumente utilizado como estimativa de açúcares (MORAES *et al.* 1989).

### **2.3.9 Acidez livre, Lactônica e Total**

A acidez contribui para a manutenção da estabilidade e o tempo de prateleira do mel, inibindo o desenvolvimento de microrganismos. Os ácidos encontram-se dissolvidos em solução e produzem íons de hidrogênio que promovem a sua acidez ativa, sendo um indicativo das condições de armazenamento (MARCHINI, 2004). Estudos realizados em méis da espécie *Apis mellifera* registraram os ácidos: acético, benzóico, butírico, cítrico, fenilacético, fórmico, glucônico, isovalérico, láctico, maléico, oxálico, propiônico, piroglutânico, succínico e valérico. Dentre estes o principal deles é o ácido glucônico, formado pela ação da enzima glicose-oxidase,

(SEEMANN e NEIRA, 1988). Os ácidos orgânicos representam menos que 0,5% da composição do mel. (PEREIRA, *et. al.* 2003).

A legislação brasileira permite valores para acidez de no máximo 50 meq/Kg de mel (BRASIL, 2000).

### **2.3.10 pH**

O pH no mel é determinado pela concentração dos íons hidrogênio presentes numa solução, podendo influenciar na formação de outros componentes, como na velocidade de produção do hidroximetilfurfural (VIDAL E FREGOSI, 1984). Desta forma, este parâmetro serve como indicativo do estado de conservação do mel, revelando a existência de processos fermentativos ou uma possível adulteração no produto (LEAL *et al.* 2001).

Todos os méis são ácidos e o valor do pH é influenciado pela origem botânica, pela concentração de diferentes ácidos e minerais. Geralmente encontra-se valor inferior a 4,0 para méis de origem floral e valor superior a 4,5 para os méis de melato (SEEMAN E NEIRA, 1988; FRÍAS e HARDISSON, 1992).

O pH não é uma análise exigida no controle de qualidade dos méis brasileiros, porém é uma variável que pode auxiliar na avaliação da qualidade. (SILVA *et al.* 2004).

### **2.3.11 Hidroximetilfurfural**

O hidroximetilfurfural (HMF) é um aldeído cíclico formado pela reação de açúcares em presença de ácidos, principalmente pela decomposição da frutose. Sua concentração pode aumentar com a elevação da temperatura, com armazenamento do mel, adição de açúcar invertido, podendo ser influenciado pela acidez, pH, quantidade de água e minerais no mel de acordo com Seemann e Neira, (1988).

O HMF é um importante indicador de qualidade no mel, visto que, quando elevado atesta que o produto passou por processo de aquecimento, o que pode ter provocado a queda no seu valor nutritivo, pela destruição de algumas vitaminas e enzimas que se decompõe quando são aquecidas (VERÍSSIMO, 1991).

A legislação brasileira aceita o máximo 60 mg/Kg de hidroximetilfurfural no mel e recomenda a análise através de um método quantitativo, onde se utilizada um

espectrofotômetro (Figura 14) nos comprimentos de onda 284 e 336 nm (BRASIL, 2000).

### 2.3.12 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é um parâmetro que pode ser utilizada como método na determinação da origem botânica do mel, bem como indicador de possível adulteração (AGANIN, 1971). A condutividade elétrica está relacionado com o conteúdo de cinzas, pH, acidez, sais minerais, proteínas e outras substâncias presentes no mel (CRANE, 1983).

A condutividade elétrica não é uma análise exigida no controle de qualidade dos méis brasileiros, embora a legislação europeia aceite no máximo  $800 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . *Codex Alimentarius*, (2001).

### 2.3.13 Cor

A cor é uma das características que mais influencia na escolha do produto pelo consumidor, pois na maioria das vezes, manifesta preferência pelo produto apenas pela aparência. A relevância deste parâmetro levou o International Trade Forum no ano de 1977 a considerar a cor como uma das características do mel e de fundamental importância no mercado internacional, pois méis mais claros são melhores aceitos no mercado sendo vendidos por preços mais elevados (INTERNATIONAL TRADE FORUM, 1979). A cor do mel tem relação com a sua origem floral, processamento, armazenamento e fatores climáticos durante o fluxo do néctar e a temperatura na qual o mel é produzido e maturado no interior da colmeia (SEEMANN E NEIRA, 1988). O tempo de armazenamento, exposição à luz, reações enzimáticas e aquecimento podem escurecer o mel (CRANE, 1983).

A legislação brasileira aceita a variação de quase incolor a pardo-escuro. Na escala Pfund (Tabela 02) há diferenças na nomenclatura das cores.

TABELA 02 – Classificação da coloração do mel na escala Pfund

<b>Coloração</b>	<b>Absorbância</b>
<b>Branco d'água</b>	Até 0,030
<b>Extra branco</b>	Mais de 0,030 a 0,060
<b>Branco</b>	Mais de 0,060 a 0,120
<b>Extra âmbar claro</b>	Mais de 0,120 a 0,188

---

<b>Âmbar claro</b>	Mais de 0,188 a 0,440
<b>Âmbar</b>	Mais de 0,440 a 0,945
<b>Âmbar escuro</b>	Mais de 0,945

---

Fonte: BRASIL (1985)

#### **2.3.14 Reação de Lugol**

O teste de Lugol é um indicador de adulteração baseado na reação de iodo com iodeto de potássio na presença de glicose, resultando uma solução de coloração que pode variar de vermelho-violeta a azul. Quando são adicionados ao mel de forma fraudulenta o amido ou dextrina, a Reação de Lugol identifica a fraude através da mudança de coloração durante a reação. Considera-se a reação positiva quando a coloração é violeta ou azul (IAL, 2000; ALMEIDA-MURADIAN e BERA, 2007). A intensidade da cor varia de acordo com a quantidade e a qualidade da glicose comercial que foi acrescida ao mel e não havendo alteração de cor na solução o resultado da reação é negativo (GARCIA-CRUZ *et al.* 1999).

#### **2.3.15 Reação de Lund**

A Reação de Lund é baseada na precipitação de substâncias albuminóides que são precipitáveis na presença do ácido tânico. A leitura é feita após repouso de 24 horas, através da observação do volume do precipitado no fundo da proveta. O teste indica a presença de mel puro quando o precipitado depositado no fundo da proveta variar de 0,6 a 3,0 mL. Valores inferiores ou superiores a estes, é um indicativo de adulteração. Este teste pode determinar também se houve adição de água ou de outro produto para diluir o mel (IAL, 2000; ALMEIDA-MURADIAN e BERA, 2007).

#### **2.3.16 Reação de Fiehe**

O teste de Fiehe detecta qualitativamente a presença do hidroximetilfurfural (HMF) resultante da desidratação da frutose, obtida por hidrólise ácida da sacarose que pode indicar tanto o aquecimento do mel, quanto a adição de xaropes de açúcar. Este derivado do furfural reage com a resorcina resultando em coloração que pode variar de tons rosa ao vermelho. Considera-se o teste positivo quando a coloração final é avermelhada (IAL, 2000; ALMEIDA-MURADIAN e BERA, 2007).

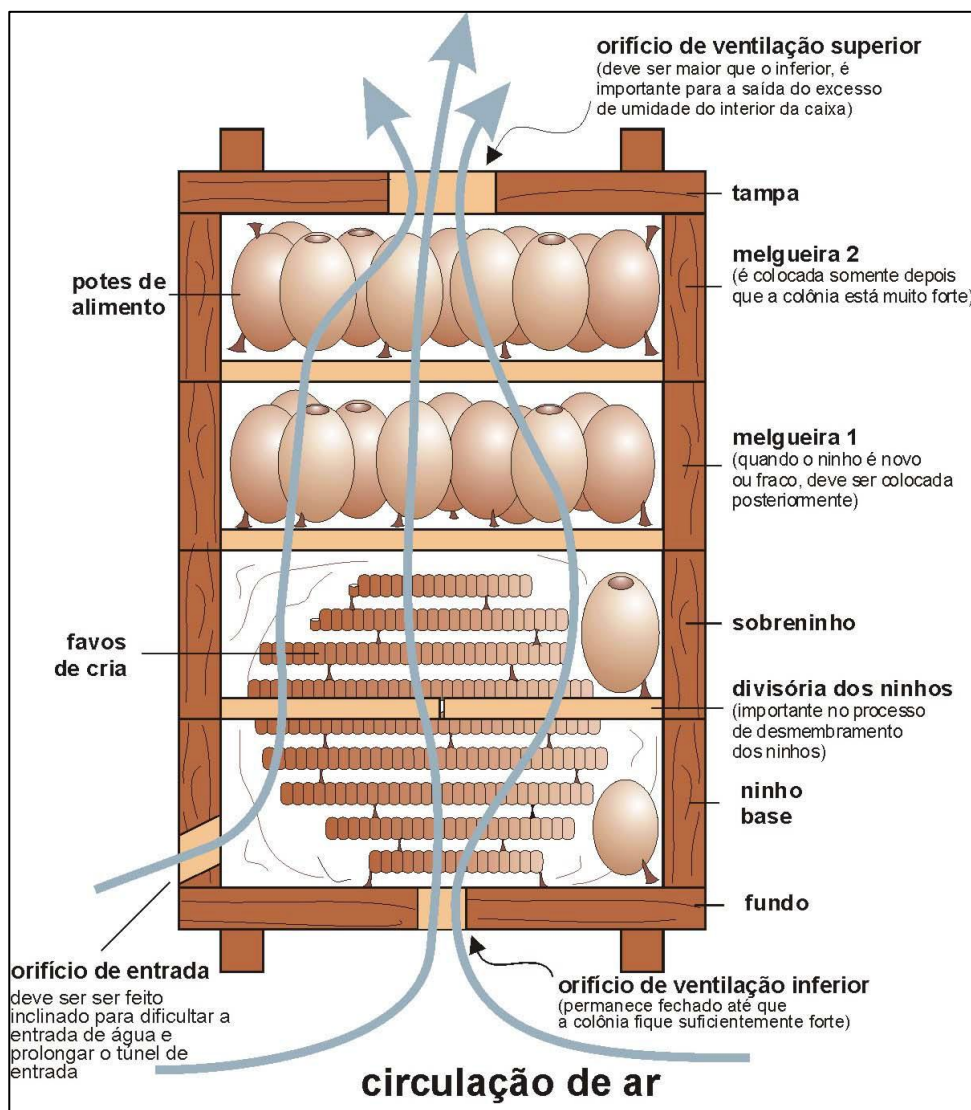
### 3. METODOLOGIA

As amostras de mel foram coletadas no Município de Cruzeiro do Sul – Acre. A região apresenta grande diversidade de espécies botânicas em floresta primária e secundária em diversos estágios. Ribeiro (1977) caracteriza o clima da região como tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 24 °C.

#### 3.1 Obtenção das Amostras

Foram utilizadas 16 amostras de méis de abelhas sem ferrão, coletadas nos meses de outubro e novembro de 2014, provenientes do município de Cruzeiro do Sul no estado do Acre, sendo oito amostras coletadas no Ramal 3, (8°01'13.70" S; 72°24'05.71"W) quatro amostras no meliponário experimental da Ufac *Campus Floresta* (7°33'38.63"S; 72°43'02.84"W) e quatro amostras no Paraná do Pentecostes (7°31'17.54"S; 72°54'19.64"W). As amostras, 1 a 3, 5 a 7, 9 a 11 e 13 a 15 são da espécie *Melipona scutellaris* (Uruçu) e as amostras 4, 8, 12 e 16 são da espécie *Melipona subnitida* (Jandaíra).

As amostras 01 a 12 foram coletadas em colmeias racionais (Figura 01) conforme modelo recomendado pela Embrapa (VENTURIERI *et al.* 2003). E as amostras 13 a 16 foram coletadas diretamente na floresta em colmeias já conhecidas e exploradas. O sistema de criação em caixas facilitou o processamento da coleta do mel, proporcionando rapidez, melhor controle da higiene e causando pouco estresse à colônia.



**Figura 01.** Caixa recomendada para criação racional de abelhas indígenas sem ferrão no Estado do Pará. Ilustração esquemática e comentada. Ilustração de Giorgio Venturieri. Fonte: VENTURIERI (2003).

A escolha das colmeias para retirado do mel foi feita pelo próprio meliponicultor, que indicou as caixas a serem coletadas.

Os méis coletados foram das abelhas Uruçu (*Melipona scutellaris*) e Jandaíra (*Melipona subnitida*), principalmente por serem mais comuns na região e por apresentarem, segundo o meliponicultores, melhor produção de mel.

Os méis foram coletados cuidadosamente com o auxílio de seringas descartáveis de 10 ml, nas quais foram acoplados pedaços de cânulas de equipo, além da utilização de luvas para procedimentos. Os méis foram acondicionados em potes de vidro de 300 ml com tampas de plástico, com fechamento hermético previamente esterilizados em autoclave.





**Figura 02.** Autoclave. Foto: Madeira (2015).

Após a coleta dos méis, os mesmos foram mantidos sob refrigeração a 4°C ( $\pm 2$ ), até o momento das análises.



**Figura 03.** Meliponário com caixas racionais. Foto: Marcus Vale.



**Figura 04.** Procedimento de coleta de mel. Foto: Marcus Vale.

### **3.2 Procedimentos Analíticos**

Para as análises, as amostras foram retiradas da refrigeração e submetidas à homogeneização e estabilização à temperatura ambiente. Em seguida as análises foram realizadas em triplicata para cada amostra.

#### **3.2.1 Umidade**

O teor de umidade foi determinado em estufa à temperatura de 105°C (Figura 06) até obter peso constante de acordo com o método da AOAC, (1998). Foram utilizados recipientes de vidro aquecidos até a temperatura de 105°C para que fosse retirada toda a umidade residual (Figura 07), em seguida os recipientes foram pesados, e adicionado aproximadamente 5 g de mel em balança analíticas com precisão 0,0001. (Figura 05).

Para a determinação da porcentagem de umidade foi utilizada a equação:

$$\frac{N \times 100}{P} = \text{umidade por cento.} \quad (01)$$

Onde:

N = Perda de massa em g

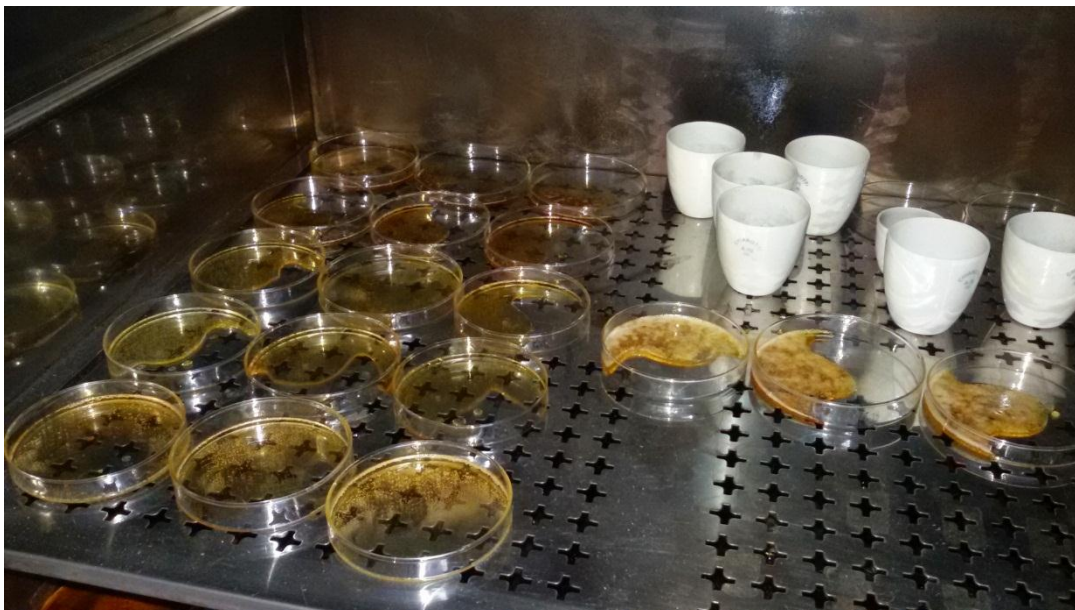
P = Massa da amostra em g



**Figura 05.** Balança Analítica marca Quimis. Foto: Marcus Vale.



**Figura 06.** Estufa de secagem marca quimis. Foto: Marcus Vale.



**Figura 07.** Estufa de secagem (interior) com amostras. Foto: Marcus Vale.

### 3.2.2 Açúcares Totais

Para as análises dos açúcares, preparou-se uma solução de mel (5g de mel + 100mL de água destilada), em seguida diluiu-se 10mL desta solução para 100mL de água e levado ao banho-maria a 37°C por 15 minutos. Neutralizou-se com carbonato de sódio 1M. Titulou-se com uma solução contendo 5mL de solução de Fehling A, 5mL de solução de Fehling B, 20mL de água destilada e uma gota de solução do indicador de azul de metileno (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2000).

O teor de açúcar total foi calculado pela equação:

$$\frac{100 \times 100 \times T}{P \times V} = \text{açúcar total, g/100g} \quad (02)$$

T = Título da solução de Fehling

V = mL de amostra gasta na titulação

P = Peso da amostra em g.

### 3.2.3 Açúcares Redutores

Foi utilizada a mesma solução usada para a determinação de açúcares totais. Titulou-se com uma solução contendo 5 mL de solução de Fehling A (3,4639g de sulfato de cobre pentahidratado + 100mL de H<sub>2</sub>O), 5mL de solução de Fehling B (17,3g tartarato duplo de sódio e potássio + 5,0g de hidróxido de sódio + 100mL H<sub>2</sub>O), 20mL de água e uma gota de solução de azul de metileno como indicador, segundo Instituto Adolfo Lutz (2000).

O teor de açúcares redutores foi calculado pela equação:

$$\frac{2 \times 1000}{P \times V} = \text{açúcar redutor, g/100g} \quad (03)$$

P= massa de amostra em g

V= mL da amostra gasto na titulação

### 3.2.4 Sacarose Aparente

Para o cálculo da sacarose aparente foi utilizada a equação:

$$\left[ \frac{2 \times 1000}{P \times V_1} - C \right] \times 0,95 = \text{sacarose aparente, g/100g} \quad (04)$$

P= massa de amostra em g

V1= mL da amostra gasto na titulação

C= g de açúcar invertido por cento

### 3.2.5 Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo

O método utilizado foi o gravimétrico descrito pela legislação brasileira para méis de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000) que é baseado no *Codex Alimentarius*, conforme método recomendado pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000).

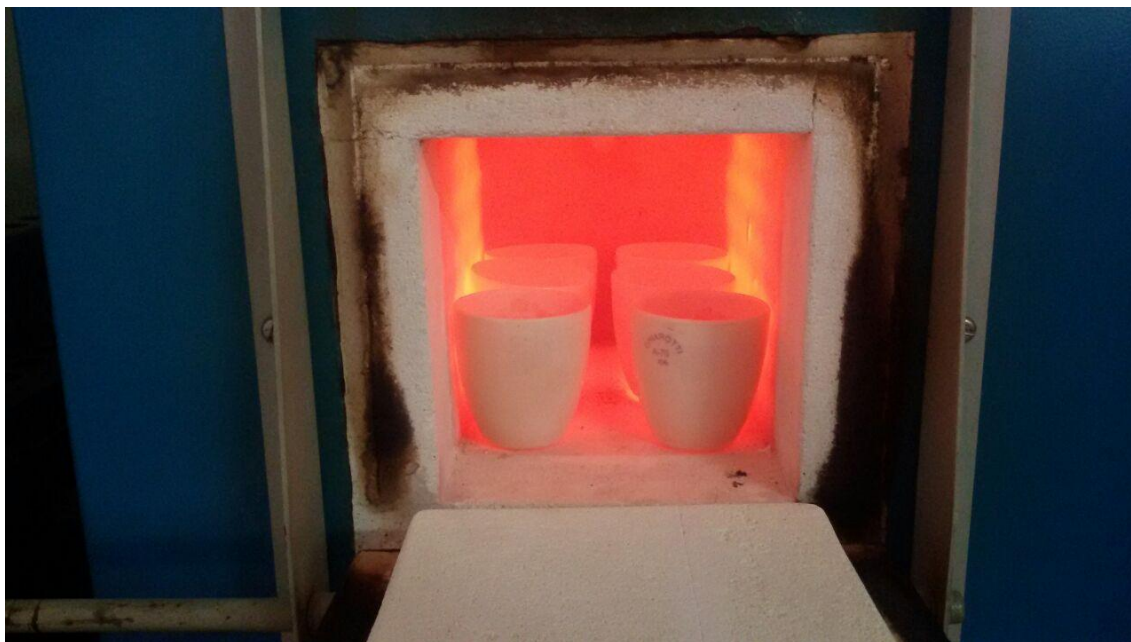
Para análise foram utilizados 5g de mel das amostras pesados diretamente em um cadinho de porcelana com peso conhecido. Em seguida as amostras foram levadas a mufla (Figura 08) aquecida a 100°C por 4 horas. Após, a temperatura da mufla foi ajustada gradativamente de hora em hora com incrementos de 100°C até chegar a temperatura de 600°C, onde permaneceu por 4 horas. O cálculo foi obtido através da equação:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento.}$$

(05)

N = número de g de cinzas

P = número de g da amostra



**Figura 08.** Mufla em funcionamento a 600°C com cadinhos de porcelana. Foto: Marcus Vale.

### 3.2.6 Proteína

O teor de proteína foi determinado em triplicata pelo método Micro Kjeldahl para nitrogênio total, utilizando-se o fator de 6,25 para conversão em proteína bruta, de acordo com a AOAC (1998). Determinou-se o teor de proteína em méis pesando-se aproximadamente 1g da amostra no tubo digestor. Adicionou-se 2g de catalisador (200 g sulfato de potássio e 20 g sulfato de cobre) e 8 ml de ácido sulfúrico concentrado. Colocou-se para digerir (Figura 09) primeiramente a 50 °C/ 2h e aumentou-se 50 °C a cada meia hora até alcançar a temperatura de 370 °C, permanecendo nesta temperatura por 1,5 horas, que resultou na completa digestão e o clareamento do conteúdo. O tubo foi retirado do bloco digestor para ser resfriado, adicionou-se 10 ml de água destilada e destilou-se em Destilador de Nitrogênio marca MARCONI, modelo MA-036 (Figura 10), adicionando cerca de 25 ml de NaOH (50%), o destilado foi recolhido em um erlenmeyer contendo 25 ml de ácido bórico à 2%. Titulou-se a solução com HCl 0,01N até uma coloração laranja-

avermelhada, para fins de quantificação de teor de Nitrogênio Total e posterior correção de Proteína Bruta.

O nitrogênio total (NT) é determinado pela seguinte equação:

$$NT = \frac{(Va - Vb) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100}{P} = \text{Nitrogênio Total} \quad (06)$$

NT = teor de nitrogênio total na amostra, em percentagem;

Va = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, em mililitros;

Vb = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, em mililitros;

F = fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L;

P = massa da amostra (em gramas).

Na determinação da proteína bruta, multiplicou-se o valor do nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldahl por um fator que converte o nitrogênio em proteína. É convencional que em amostras de alimentos, a proteína bruta (PB) é expressa pelo fator 6,25, pois considera-se que a maioria das proteínas contém nas suas moléculas um valor próximo de 16% de nitrogênio. A equação (07) abaixo é utilizada para determinar a proteína bruta:

$$PB = NT \times F_n \quad (07)$$

PB – teor de proteína bruta na amostra, em percentagem;

F<sub>n</sub> = 6,25.



**Figura 09.** Parte externa do Bloco Digestor operando a 370°C. Foto: Marcus Vale.



**Figura 10.** Vista frontal do Destilador de Nitrogênio Marconi. Foto: Marcus Vale.

### **3.2.7 Atividade Diastásica**

O método utilizado foi o espectrofotométrico (Figura 14) descrito pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e baseado no *Codex Alimentarius*. A determinação da atividade diastásica baseia-se no método de Schade modificado por White e Hadorn, onde a coloração azul desenvolvida pela reação de uma solução padrão de amido com solução de iodo varia de intensidade em função da concentração de enzima diastase contida na amostra de mel, em condições padrões estabelecidas. A diminuição na intensidade da coloração é medida em intervalos de 5 minutos. Com essa medida é feita uma plotagem da absorbância contra o tempo e, pela equação de regressão, é determinado o tempo requerido para alcançar o fator de absorbância de 0,235. O numero de diástase (DN) é calculado dividindo 300 pelo tempo encontrado. A unidade de atividade diastásica, também conhecida com



unidade de Gothe, é definida como o volume (mL) de solução de amido a 1% hidrolisada pela enzima presente em 1 g de mel por 1 hora a 40°C.

Para o cálculo da Atividade Diastásica foi utilizada a seguinte equação:

$$\frac{300}{tx} = \text{Atividade Diastásica} \quad (08)$$

tx = tempo da reação em minutos

### 3.2.8 °Brix

A determinação do °Brix dos méis foi realizado pelo método refratométrico de Chataway, que é um método indireto, recomendado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e baseado na AOAC (1998). O método consiste na análise da amostra para a determinação do índice de refração do mel a 20°C realizada no refratômetro de Abbe (Figura 11). A leitura do resultado é realizada no equipamento.



Figura 11. Refratômetro de bancada. Foto: Marcus Vale.

### 3.2.9 Acidez Livre, Lactônica e Total

A acidez livre do mel representa a soma do conteúdo de todos os ácidos livres, expressos em meq/Kg (miliequivalentes / Kilogramas de mel). O método é baseado na titulação potenciométrica de uma solução contendo 10g de mel em 75

mL de água destilada e livre de CO<sub>2</sub>, com solução padronizada de hidróxido de sódio NaOH 0,1N, até atingir o pH = 8,3 conforme descrito pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e pela AOAC (1998) utilizando-se do pHmetro digital QUIMIS, modelo SC09,(Figura 12).,



**Figura 12.** pHmetro, agitador magnético e buretas. Foto: Marcus Vale.

Para o cálculo da Acidez Livre foi utilizada a seguinte equação:

$$\frac{(V - V_b) \times 50 \times f}{P} = \text{acidez livre, em milequivalentes por kg} \quad (09)$$

Onde:

V = número de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação.

V<sub>b</sub> = número de mL da solução de NaOH 0,05 N gasto na titulação para o branco.

f = fator da solução de NaOH 0,05 N

P = massa da amostra em g

Para o cálculo da Acidez lactônica foi utilizada a seguinte equação:

$$\frac{(10 - V_a) \times 50 \times f'}{P} = \text{acidez lactônica, em milequivalentes por kg} \quad (10)$$

Onde:

V<sub>a</sub> = número de mL da solução de HCl 0,05 N gasto na titulação.

f' = fator da solução de HCl 0,05 N

P = massa da amostra em g

Para o cálculo da acidez total em milequivalentes por kg foi realizada a soma acidez livre + acidez lactônica.

### 3.2.10 pH

Foi realizado com o auxílio de pHmetro digital marca Labmeter (Figura 13), modelo PHS-3B. Foi realizada a calibração do pHmetro e em seguida pesou-se 10 g de mel diretamente em um becker de vidro e adicionou-se 75 mL de água destilada. Foi realizada a leitura do resultado diretamente no mostrador digital, seguindo a metodologia de Brasil (2000).



Figura 13. pHmetro digital. Foto: Marcus Vale.

### 3.2.11 Hidroximetilfurfural (HMF)

Através desta metodologia é possível determinar quantitativamente a concentração do 5-hidroximetil-furano-2-carbaldeído (HMF) utilizando-se de um espectrofotômetro (Figura 14), no comprimento de onda de 284nm. Previamente é realizada uma clarificação da solução de mel com bissulfito de sódio a 0,20%, para evitar que o resultado seja interferido com outras substancias. O conteúdo de HMF é calculado, após a subtração da absorbância de fundo a 366nm, conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2000) e (AOAC, 1998).

Para o cálculo do Hidroximetilfurfural foi realizada seguinte equação:

$$\frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} = \text{HMF mg/kg} \quad (11)$$

$A_{284}$  = leitura da absorbância a 284 nm

$A_{336}$  = leitura da absorbância a 336 nm

P = massa da amostra em g

5 = massa nominal da amostra

149,7 =  $(126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$

126 = peso molecular do HMF

16830 = absortividade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

10 = diluição de 5g de mel para 50 mL

1000 = conversão de g para kg.



**Figura 14.** Vista frontal do Espectrofotômetro. Foto: Marcus Vale.

### **3.2.12 Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica é um método fundamentado no fato que soluções de sais são capazes de conduzir corrente elétrica entre dois eletrodos, sendo utilizado como complemento na determinação da origem botânica do mel (BOGDANOV et. al., 1997). É baseada na medida da resistência elétrica de uma solução a 20% de matéria seca de mel a 20°C (20 g de mel / 100 mL de água destilada), utilizando-se condutímetro (Figura 15). Os dados são expressos em micro Siemens por centímetro ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) através do condutímetro marca QUIMIS – Micro Processado, capaz de mensurar valores de  $0,0 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  a  $10.000 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  (STEFANINI, 1984). A leitura do resultado é feita no mostrador digital do dispositivo.



**Figura 15.** Vista Frontal do Condutivímetro. Foto: Marcus Vale.

### 3.2.13 Cor

A classificação de cor dos méis foi realizada em espectrofotômetro BIOSPECTRO modelo SP-220 (FIGURA 14), -160A a 560 nm em célula de 1 cm e usando-se como branco, a glicerina pura (VIDAL e FREGOSI, 1984). Os dados obtidos no espectrofotômetro foram transformados em cor usando-se a Escala de Cores de Pfund (Tabela 02), conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2000).

### 3.3.14 Reação de Lugol

A Reação de Lugol foi realizada pesando-se 3 g da amostra em 3 tubos de ensaio e adicionado 25 ml de água destilada. Após agitação e homogeneização os tubos foram submetidos a banho-maria em água fervente durante 1 hora. Em seguida foi resfriado à temperatura ambiente e adicionado 0,2 mL da solução de Lugol (1g de iodo ressublimado e 3g de iodeto de potássio, diluído em 50 mL de água destilada). Na presença de glicose comercial, ou xarope, a solução ficará colorida na cor marrom-avermelhada a azul. A intensidade da cor vai depender da qualidade e da quantidade das dextrinas ou amido (BRASIL, 2000).

### 3.3.15 Reação de Lund

A reação de Lund indica a presença de albuminoides e sua ausência indica fraude. Posou-se 2 g da amostra diretamente em um tubo de ensaio com tampa e acrescido 20 mL de água. Foi adicionado 5 mL da solução de ácido tânico 0,5% anteriormente preparado. Foi adicionado mais 15 mL de água destilada e agitado até misturar totalmente. O tubos ficaram em repouso por 24 horas até o momento da leitura do resultado. Na presença de mel puro, haverá a presença de um precipitado no fundo do tubo que poderá variar de 0,6 a 3,0 mL. Valores inferiores ou superiores indicam fraude (BRASIL, 2000).

### **3.2.16 Teste de Fiehe**

Para a Reação de Fiehe, pesou-se 5 g da amostra em um tubo de ensaio. Foi adicionado 5 mL de éter e agitado. Foi transferida a camada etérea para outro tubo e adicionado 0,5 mL de solução clorídrica de resorcina (0,5 g de resorcina e 50 mL de ácido clorídrico). Na presença de glicose comercial ou de mel superaquecido, a solução mudará de claro para uma coloração vermelha intensa, que indicará presença de fraude no mel (BRASIL, 2000).

### **3.3 Análise estatística**

Os resultados das amostras foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), ao Teste de Tukey a 5% de significância para comparação entres as médias, através do pacote computacional SISVAR (FERREIRA 2000).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das médias das análises físico-químicas estão representados nas Tabelas 3 e 4. Os resultados da análise de adulteração do mel estão representados na Tabela 5.

**Tabela 03.** Medidas dos teores de Umidade (UM), Açúcares Totais (AT), Açúcares redutores (AR), Sacarose Aparente (SA), Cinzas (CZ), Proteínas (PR) e Atividade Diastásica (AD), quantificados em méis de abelhas sem ferrão produzidos no município de Cruzeiro do Sul – Acre.

Amostra	Análises						
	UM %	AT %	AR %	SA %	CZ %	PR %	AD Gothe
1	45,8m	52,19abc	47,14c	5,05fg	0,24a	0,18ab	16,7abcd
2	45,6m	50,57ab	48,6de	1,97ab	0,32b	0,21bc	15,0abc
3	41,9hi	52,45abc	51,07e	1,38a	0,29b	0,24cde	23,3d
4	36,5e	59,86bc	53,73g	6,13i	0,46fg	0,17a	20,0cd
5	43,6kl	50,13ab	48,22d	1,91a	0,30b	0,24cd	14,0abc
6	43,9l	51,63ab	47,27c	4,36ef	0,42de	0,19ab	16,7abcd
7	41,2gh	53,41abc	48,16d	5,25gh	0,43def	0,23c	16,7abcd
8	42,5ij	44,31a	42,95a	1,36a	0,45def	0,24cde	15,0abc
9	42,8jk	50,09ab	44,65b	5,44gh	0,42de	0,22bc	13,0abc
10	40,6g	51,23ab	48,39d	2,84c	0,42d	0,28efg	16,7abcd
11	36,1e	51,69ab	49,20e	2,49bc	0,37c	0,21abc	14,0abc
12	30,3c	59,12bc	54,61h	4,51e	0,46efg	0,25cdef	18,3abcd
13	34,1d	54,84abc	51,06e	3,77d	0,36c	0,28defg	10,7a
14	28,7b	53,55abc	51,85f	1,70a	0,41d	0,29g	12,0ab
15	38,2f	53,93abc	48,15d	5,79hi	0,30b	0,25cdef	16,7abcd
16	27,7a	61,65bc	55,60j	6,00hi	0,49g	0,29fg	11,3ab
MÍNIMO	27,7	44,31	42,95	1,36	0,24	0,17	10,67
MÁXIMO	45,8	61,65	55,60	6,13	0,49	0,29	23,33
MÉDIA	38,7	53,16	49,39	3,77	0,38	0,23	15,63
D.P.	5,9	4,24	3,44	1,83	0,07	0,04	3,27
C.V.	0,73	8,04	0,45	4,98	3,33	5,71	15,59

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os mel de abelhas sem ferrão produzidos no município de Cruzeiro do Sul apresentaram teor médio de umidade de 38,7%, para um intervalo de variação de 27,7 a 45,8% (Tabela 01). Os méis apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%. Os méis pesquisados não se enquadram na regulamentação estabelecida pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000), pois os valores se encontram acima do limite máximo permitido, que é de 20%, para o controle de qualidade de mel. Vale ressaltar que os limites estabelecidos são para méis de abelhas do género *Apis*, não havendo ainda uma padronização para os méis de meliponíneos.



O elevado teor de umidade encontrado no mel de meliponíneos está relacionado com a baixa taxa de desidratação do néctar durante o processo de transformação em mel e *habitat* úmido (ALVES *et al.* 2005). A umidade acima do recomendado de 20%, podem elevar o risco de fermentação dos açúcares do mel causada por microrganismos osmofílicos. Outro fator que foi percebido durante as coletas é que o meliponicultor não dispõe de meios para aferir o grau de maturidade do mel, além de não possuir registro de datas e procedimentos realizados nos ninhos. Em alguns casos as caixas não possuíam nenhuma identificação.

Valores para umidade fora do padrão também foram constatados por Anacleto (2007) que registrou valores de umidade com variação de 23,00 a 32,50%. Segundo Iwama (1977), analisando *T. angustula*, encontrou valores de umidade entre 22,70 a 35,40% e Souza *et al.*, (2006) em trabalho realizado com diversas espécies de meliponíneos, obteve variações entre 19,90 a 41,90% de umidade. No trabalho realizado por Alves *et al.* (2005), todas as amostras obtiveram valores superiores a 20%, apresentando-se acima do teor de umidade especificado como padrão. Os resultados de trabalhos realizados em ambientes secos, também mantiveram teores de água acima dos 20%, caracterizando o mel de meliponíneos como um produto de elevada porcentagem de umidade, o que pode contribuir para o crescimento de leveduras, diminuindo sua vida útil (SOUZA *et al.* 2006).

As concentrações de açúcares totais nas amostras analisadas variaram de 44,31 a 61,65% para os açúcares totais, com um valor médio de 53,16%. Não houveram diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey a 5%. Os açúcares totais correspondem ao resultado da soma dos açúcares redutores e da sacarose aparente e a legislação brasileira não estabelece parâmetros de padronização.

Os açúcares redutores encontrados nas 16 amostras de mel analisadas apresentaram variação de 42,95 a 55,60% com média de 49,39% (Tabela 01). O Ministério da Agricultura e do Abastecimento sugerem para os padrões técnicos de qualidade de mel de *Apis* um valor de no mínimo 65% de açúcar redutor (BRASIL 2000). Observamos que nenhuma das amostras se enquadra nestes padrões por apresentarem valores inferiores aos sugeridos pela norma vigente. Os resultados encontrados se mostraram próximos aos resultados do trabalho realizado por

Carvalho *et al.* (2006), que encontrou variações de 42,55 a 55,61% ,e inferiores ao de Souza *et al.* (2006), que verificou variação de valores entre 58,0 a 75,7%.

A sacarose aparente apresentou uma variação de 1,36 a 6,13%, com média de 3,77% e um coeficiente de variação de 4,98% (Tabela 01). Os resultados registrados por Rodrigues *et al.* (1998) constatou uma média de 1,17% para sacarose aparente, enquanto Carvalho *et al.* (2006), com méis de meliponíneos, constatou uma variação de 0,85 a 2,15% e, ainda, Souza *et al.* (2006) que compilou o resultado de análises de 8 países das américas, constatou valores que variaram entre 1,1 a 4,8%. Os padrões técnicos de qualidade de mel, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento é de até no máximo 6% de sacarose (BRASIL, 2000). Verifica-se que apenas 1 das 16 amostras analisadas apresentou valor acima do limite máximo permitido, embora o valor excedente seja de apenas 0,13%. Segundo Sodré *et al.* (2001), a quantidade de sacarose no mel deve ser em torno de 2 a 3% e quando este valor é muito alto é um indicativo que o mel possa ter sido adulterado ou ter sido pouco maturado.

Os teores de cinzas expressam diretamente a quantidade de minerais presentes no mel. Das 16 amostras analisadas a variação foi de 0,24 a 0,49%, com média de 0,38%. Quando comparamos as espécies, verificamos que a espécie *Melipona subnitida* apresentou valores entre 0,43 a 0,49%, enquanto a espécie *Melipona scutellaris* apresentou valores que variaram entre 0,23% a 0,45%.

O trabalho realizado por Carvalho *et. al.*, (2006) com méis de diferentes espécies, encontrou teores com variação de 0,04 a 0,50% de cinzas. Anacleto, (2007) registrou uma variação de 0,04 a 0,60% de cinzas, com um valor médio de 0,35%, enquanto Silva, (2004) obteve um percentual médio de 0,10% para um intervalo de variação de 0,06 a 0,14%.

O limite máximo permitido pela legislação brasileira para cinzas dentro do padrão é de 0,6% (BRASIL, 2000), enquadrando todas as amostras nesta variável.

As porcentagens de proteína encontrada nas 16 amostras analisadas tiveram um valor médio de 0,23%, variando entre 0,17 a 0,29% (Tabela 01). Os valores diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Os valores para proteína estão bem abaixo dos méis analisados por Souza *et al.* (2009), que encontrou valores que variaram de 0,04 a 1,21% de proteína, enquanto Carvalho *et al.* (2005) encontrou valores de proteína que variaram de 0,4 a 2,84%. Anacleto, (2007) encontrou uma variação de 0,15 a 0,57%, com um valor médio de 0,33%. Almeida (2002) observou um valor médio de 0,23%, valor semelhante ao encontrado neste trabalho.

A legislação brasileira não estabelece parâmetros ou um padrão para a quantidade de proteína que devam estar presentes no mel. Esta análise pode ser utilizada para detectar possíveis adulterações com produtos comerciais (CRANE, 1983).

Os resultados obtidos para Atividade Diastásica nas 16 amostras avaliadas apresentaram uma variação de 10,67 a 23,33 com média de 15,63 na escala Gothe e um coeficiente de variação de 15,59. Fonseca *et al.* (2006) analisando méis de diferentes espécies de melipíníneos, encontrou valores que variaram de 0,67 a 19,78 na escala Gothe.

**Tabela 04.** Medidas dos teores de °BRIX (°BX), Acidez Livre (AC.LIV), Acidez Lactônica (AC. LAC), Acidez total (AC. TOT), Hidroximetilfurfural (HMF), e Condutividade Elétrica (COND), quantificados em méis de abelhas sem ferrão produzidos no município de Cruzeiro do Sul – Acre.

Amostra	Análises						
	°BRIX °BX	AC.LIV meq.kg <sup>-1</sup>	AC. LAC meq.kg <sup>-1</sup>	AC. TOT meq.kg <sup>-1</sup>	pH	HMF mg.kg <sup>-1</sup>	COND µS.cm <sup>-1</sup>
1	69,0i	25,35b	9,83gh	35,19b	4,00e	12,3h	291,3bc
2	67,3g	32,69d	8,28d	40,97e	4,27f	13,4i	419,7g
3	66,9f	35,22e	5,63b	40,84de	3,53d	13,2i	286,3ab
4	67,8h	26,21bc	9,06ef	35,27b	4,42g	3,5c	385,0f
5	69,2i	27,81c	9,55fg	37,36c	4,33fg	8,4ef	462,7h
6	73,1k	26,78bc	12,08i	38,87cd	4,36fg	9,2g	513,0j
7	66,4e	46,61g	8,82de	55,44h	3,08ab	12,0h	380,7f
8	65,1d	52,27h	8,55de	60,82i	3,18bc	13,2i	481,0i
9	61,8a	61,54i	9,12ef	70,66j	3,22c	2,2b	469,0h
10	64,1c	43,65f	4,79 <sup>a</sup>	48,44g	3,07ab	15,3j	277,7a
11	65,1d	47,67g	8,54de	56,21h	3,04a	8,9fg	301,7c
12	70,1j	35,76e	10,41h	46,17f	3,25c	0,8a	484,0i
13	66,3e	26,77bc	8,35d	35,13b	3,43d	7,9de	324,0d
14	70,1j	27,56c	12,41i	39,97de	3,52d	7,5d	351,7e
15	62,4b	32,34d	9,21efg	41,55e	3,20c	9,0fg	385,3f
16	76,1l	23,37a	7,16c	30,53a	3,47d	0,8a	463,0h
MÍNIMO	61,8	23,37	4,79	30,53	3,04	0,8	277,7
MÁXIMO	76,1	61,54	12,41	70,66	4,42	15,3	513,0
MÉDIA	67,5	35,73	8,86	44,59	3,59	8,6	392,3

D.P.	3,7	11,33	1,96	11,01	0,51	4,7	80,3
C.V.	0,14	1,71	2,58	1,51	1,00	2,65	0,95

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas análises realizadas, os valores para o Grau Brix variaram de 61,8 a 76,1°Bx com um valor médio de 67,5°Bx. As amostras 08 e 11, 07 e 13, 01 e 05, 12 e 14 não diferem entre si, sendo estatisticamente diferente das demais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No trabalho realizado por Silva et al. (2004), encontraram valores de Grau Brix variando entre 76,07 a 80,80 °Bx, analisando méis de Apis, originários do estado do Piauí. O valor médio encontrado por Silva *et al.* (2009), foi de 83,28 °Bx. Em análise de 15 amostras coletadas em diferentes cidades do estado de Goiás, a média encontrada foi de 81,04 °Bx, sendo o maior resultado encontrado de 85 °Bx e o menor de 78,3 °Bx (SILVA *et al.* 2003). A legislação brasileira atual não exige a realização da análise de °Brix para determinação da qualidade do mel.

Os resultados da acidez livre, lactônica e total para as amostras analisadas variaram de 23,37 a 61,54 meq.kg<sup>-1</sup>, de 4,79 a 12,41 meq.kg<sup>-1</sup> e 30,53 a 70,66 meq.kg<sup>-1</sup> respectivamente, com valores médios de 35,73 meq.kg<sup>-1</sup> para a acidez livre, 8,86 meq.kg<sup>-1</sup> para acidez lactônica e 44,59 meq.kg<sup>-1</sup> para acidez total. Das 16 amostras analisadas apenas a amostra 09 está fora do padrão com as normais nacionais (BRASIL, 2000).

O valor do pH dos méis estudados variaram entre 3,04 e 4,42 com valor médio 3,59 (Tabela 4). As amostras 03, 13, 14 e 16; e as amostras 08, 09, 12 e 15, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No trabalho realizado por Almeida-Anacleto, (2007), os valores de pH em méis de diferentes espécies de meliponíneos variaram de 3,7 a 4,6. No trabalho realizado por Sousa *et al.* (2006), que compilou o resultado de 152 amostras de méis de diversas espécies de meliponíneos, obteve uma variação de pH de 3,15 a 4,66.

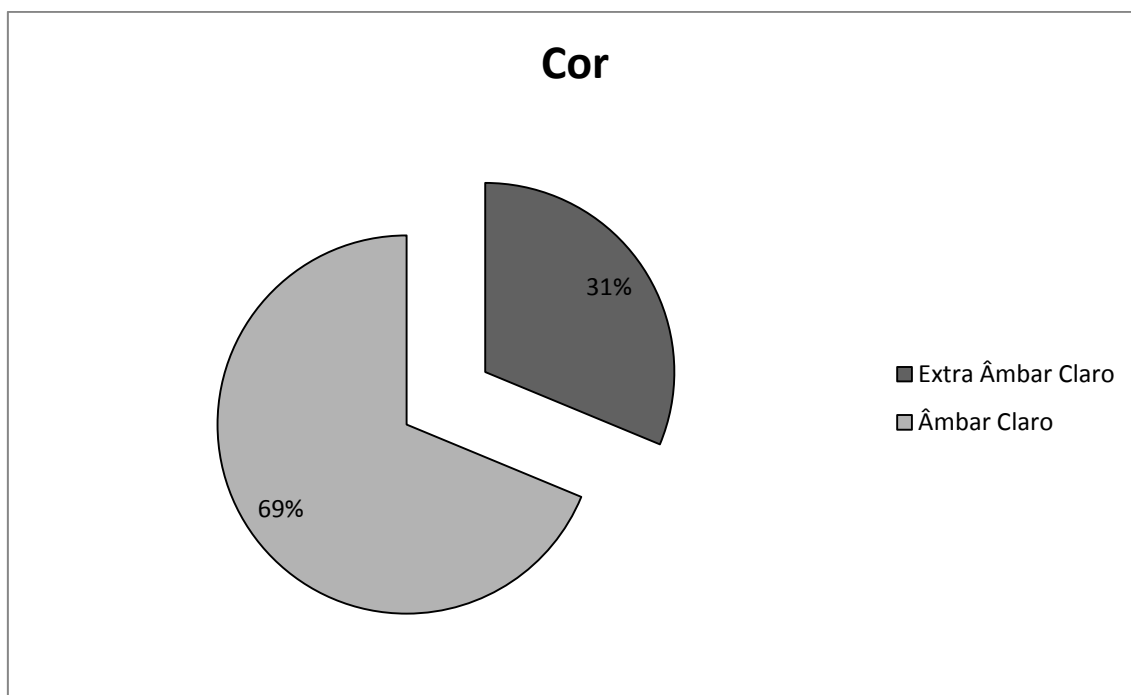
A análise de pH não está prevista como obrigatória e não estão padronizados pela legislação brasileira ou internacional, no entanto, é realizada como um parâmetro auxiliar para avaliar a acidez. O valor do pH do mel pode ser influenciado pela origem botânica e solo (CRANE, 1983).

O resultado das análises de HMF variaram de 0,8 a 15,3 mg.kg<sup>-1</sup> com valor médio de 8,6 mg.kg<sup>-1</sup>, indicando que todas as amostras analisadas estão bem abaixo do valor máximo estabelecido pela legislação brasileira que é de no máximo 50 mg.kg<sup>-1</sup>, estando também abaixo valor preconizado pelo *Codex Alimentarius* que é de 40 mg.kg<sup>-1</sup>. Verifica-se que as amostras 04, 12 e 16, pertencentes à espécie *Melipona subnitida* apresentou estatisticamente os menores teores de HMF. Pesquisa realizada por Camargo *et al.* (2006) encontrou valores de 0,17 a 28,06 mg.kg<sup>-1</sup> para méis de *M. subnitida* e Carvalho *et al.* (2006) analisando diferentes méis, obteve valores que variaram entre 3,14 a 6,64 mg.kg<sup>-1</sup>.

O HMF tem origem na degradação de enzimas que estão presentes nos méis, sendo utilizado como indicador de qualidade. Elevados níveis de HMF pode ser um indicativo de adulteração com açúcar comercial, superaquecimento ou estocagem em locais quentes e inadequados (EVANGELISTA-RODRIGUES *et al.* 2005).

A análise das 16 amostras de mel apresentou uma condutividade que variou entre 277,7 a 513,0 µS.cm<sup>-1</sup>, com média de 392,3 µS.cm<sup>-1</sup> (Tabela 04). As amostras 03 e 10; 01 e 03; 04, 07 e 15; 05, 09 e 16; 08 e 12, não diferem entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. Embora este parâmetro não seja exigido pelas normas brasileiras, na legislação europeia o valor máximo aceitável é de até 800 µS.cm<sup>-1</sup> é, desta forma, todas as amostras deste estudo estão em conformidade com os valores exigidos pelo *Codex Alimentarius*.

No trabalho realizado por Carvalho *et al.* (2006) que analisando méis de diferentes espécies de meliponíneos, encontrou uma variação de 384,78 a 954,95 µS.cm<sup>-1</sup>, enquanto Souza *et al.* (2006) encontraram um valor médio de 1362,67 µS.cm<sup>-1</sup>, sendo portanto, valores superiores as médias encontradas neste trabalho. Os baixos valores para a condutividade elétrica podem ter relação com os baixos índices de matéria mineral apresentado anteriormente.



**Figura 16:** Distribuição percentual de cores em méis de abelhas sem ferrão produzidos no município de Cruzeiro do Sul – Acre.

A classificação das cores dos méis analisados (Figura 16) foram enquadrados em apenas duas cores, variaram do extra âmbar claro para o âmbar claro, sendo que 31% das amostras apresentaram coloração extra âmbar claro e 69% apresentaram coloração âmbar claro. Resultados semelhantes também foram registrados nos estudos realizados por Azeredo *et al.* (2000) e Almeida (2002). Na pesquisa realizada por Souza, (2006), houve uma variação de cores do branco-água ao âmbar escuro. Almeida-Anacleto *et al.* (2009) constatou em seu estudo que as amostras apresentaram as respectivas cores: 20% âmbar extra claro, 30% âmbar claro e 50% âmbar. Souza *et al.* (2006) em trabalhos realizados com meliponíneos, observou a predominância de tons claros.

Tabela 05. Resultados da análise de adulteração do mel de abelhas sem ferrão produzido no município de Cruzeiro do Sul – Acre.

Amostra	Reação de Lugol	Análises	
		Reação de Lund	Reação de Fiehe
1	(-) Negativo	0,8mL (-) Negativo	(-) Negativo
2	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
3	(-) Negativo	0,9mL (-) Negativo	(-) Negativo
4	(-) Negativo	0,6mL (-) Negativo	(-) Negativo
5	(-) Negativo	0,9mL (-) Negativo	(-) Negativo
6	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
7	(-) Negativo	1,0mL (-) Negativo	(-) Negativo
8	(-) Negativo	0,8mL (-) Negativo	(-) Negativo

9	(-) Negativo	0,9mL (-) Negativo	(-) Negativo
10	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
11	(-) Negativo	0,9mL (-) Negativo	(-) Negativo
12	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
13	(-) Negativo	0,8mL (-) Negativo	(-) Negativo
14	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
15	(-) Negativo	0,7mL (-) Negativo	(-) Negativo
16	(-) Negativo	0,9mL (-) Negativo	(-) Negativo

A reação de Lugol indica a presença de açúcar comercial. No estudo realizado, 100% das amostras deram resultado negativo para a reação de Lugol (Tabela 05), o que indica que não houve adulterações com açúcar comercial nas amostras analisadas. Caso o teste de lugol apresente resultado negativo e o teste de Fiehe apresente resultado positivo, indica que o mel passou por um processo de aquecimento.

A Reação de Lund tem a finalidade de indicar o grau de pureza do mel através da precipitação do ácido tânico que é adicionado na amostra durante o teste. Quando o mel está isento de adulteração, forma um precipitado de 0,6 a 3,0 mL no fundo da proveta. Valores superiores a 3,0 mL indicam que o mel foi acrescido de mel artificial. Nas análises realizadas os resultados apresentaram valores que variaram de 0,6 a 0,9 mL de precipitado (Tabela 05), indicando que não houveram adulterações nas amostras realizadas.

O teste de Fiehe indica o superaquecimento do mel, ou ainda, que houve fraude no produto como, por exemplo, a adição de açúcar ou do mel de cana de açúcar. Nos testes realizados, todas as 16 amostras foram aprovadas no teste (Tabela 05). O aquecimento do mel é realizado na tentativa de reaproveitar um produto que esteja em processo de fermentação, ou para diminuir a cristalização. O superaquecimento do mel é proibido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

A fiscalização pelos órgãos competentes é de fundamental importância para a garantia de um produto de qualidade e livre de adulterações. Estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2009) na cidade do Rio de Janeiro, apontou que 50% das amostras clandestinas tiveram reação positiva para o teste de Fiehe, e 70% delas apresentaram resultado positivo para o teste de Lugol, o que evidencia fraude no produto. No presente estudo todas as amostras foram aprovadas nos testes de adulteração, o que não significa necessariamente que não haja adulterações nos

produtos comercializados. Como todas as amostras foram coletadas com a utilização de seringas descartáveis e diretamente na colmeia, era de se esperar resultados negativos para estes testes. Muitas vezes as adulterações não são realizadas pelos produtores de mel, sendo feita pelos atravessadores ou pelos comerciantes (RIBEIRO *et al.* 2009).



## **5. CONCLUSÕES**

Das 16 amostras analisadas nenhum dos méis atendeu todos os critérios de qualidade determinados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como mel apto para consumo de mesa, sendo o excesso de umidade o principal responsável pela reprovação, embora esta alteração seja devido às características do produto e da região. No presente estudo, todas as amostras foram aprovadas para os testes de adulterações. Há a necessidade de adequação da legislação para os méis das diferentes espécies de meliponíneos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGANIN, A. F. **Electrical conductivity of several unifloral honeys.** Trudy Saratovskogo Zootekhnicheskogo Inatituta, v.21, p.137-144. 1971.

AGUILERA-PERALTA, F.J. 1999. **Preservação e exploração racional de abelhas melíferas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) da Amazônia Central Brasileira.** Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 174p.

ALMEIDA, D. **Espécies de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e tipificação dos méis por elas produzidos em áreas de cerrado no município de Pirassununga, Estado de São Paulo.** 2002, 103p. Dissertação de Mestrado em Entomologia. Universidade de São Paulo, 2002.

ALMEIDA-ANACLETO, D. **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 f. - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2007.

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

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PENTEADO, M. V. C. **Vigilância sanitária. Tópicos sobre legislação e análise de alimentos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 203 p.

ALONSO, W. J. **Abelhas sem ferrão: centenas de espécies para polinização, produção de mel, lazer e educação.** Sociedade Nacional de Agricultura - Artigos técnicos, n. 626, 1998.

ALVES, R. M. O. CARVALHO, C. A. L. SOUZA, B. A. SODRÉ, G. S. MARCHINI, L. C. **Características físico-químicas de amostras de mel de Melípona mandacaia**

**Smith (Hymenoptera: Apidae).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.4, p.644-650, out/dez, 2005.

AOAC, ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis.** 15th. Supl 2, Ed. 1998.

AQUINO, I. S. **Abelhas Nativas da Paraíba.** João Pessoa: Universitária/UFPB. 2006. 91p.

AZEREDO, L. C.; AZEREDO, M. A. A.; BESER, L. B. de O. **Características físico-químicas de amostras de méis de melíponas coletadas no Estado de Tocantins.** CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000. Anais. Florianópolis

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

BALLIVIÁN, J. M. P. P. **Abelhas Nativas Sem Ferrão M. g P.** Terra Indígena Guarita, R: Oikos Ltda. 2008. 8p.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. **Composição de Voláteis e Perfil de Aroma e Sabor de Méis de Eucalipto e Laranja.** Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.22, n.2, p. 122-129, 2002.

BOGDANOV, S.; MARTIN, P.; LULLMAN, C. **Harmonized methods of the European honey commission.** Apidologie, p. 1-59, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000, Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, nº 204, 23 de outubro de 2000. Seção 1. p.16. Disponível em: <<http://www.sfdk.com.br/imagens/lei/MA%20-%20Inst%20Norm%2011.htm>> Acesso em: 28 de abril de 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. **Portaria nº6, de 25 de julho de 1985. Aprova as Normas Higiénico-Sanitárias e Tecnológicas para o Mel, cera de Abelhas e Derivados.** Diário Oficial da União, de 02 de julho de 1985, Seção 1, p. 11100, 1985.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC\\_12\\_2001.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 28 abril de 2015.

CAMARGO, R. C. R. et al. **Avaliação da qualidade do mel de Jandaíra (Melipona subnitida DUCKE) produzido em área do Resex do delta do Parnaíba, por meio da análise físico-química.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16, 2006. Resumo expandido, Aracajú: Confederação Brasileira de Apicultura, 2006.

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

CARVALHO, C. A. L. et al. **Perfil sensorial de amostras de méis de espécies de abelhas sem ferrão do Estado da Bahia.** Revista Magistra, Cruz das Almas, v. 18, n. 4, p. 265-269, 2006.

CATALAN, J.M.B. **Relatório de atividades.** Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Piauí. Teresina, 1981. 27p.

CODEX ALIMENTARIUS. **Revised codex standard for honey codex stan 12-1981**, Rev.2 [2001].24<sup>th</sup> session of the Codex Alimentarius in 2001. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCPFV/ccpfv22/pf2203ae.pdf>>. Acesso em 28 de abril de 2015.

CRANE, E. **O Livro do Mel.** 1ª ed. São Paulo. Livraria Nobel, 1983. 226 p.

DRUMOND, P. **Abelhas indígenas sem ferrão**. 2007. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php>> Acesso em: 28 de abril de 2015.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M.; BESERRA, E. M. F. e RODRIGUES, M. L. **Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba**. Ciência Rural. 2005, vol.35, n.5. 1166-1171. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1).

FONSECA, A. A. O. et al. **Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação**. Cruz das Almas: Nova Civilização, 2006. 70 p. (Serie Meliponicultura Nº 05).

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

GARCIA-CRUZ, C. H. et al. **Determinação da qualidade do mel**. Revista Alimentação e Nutrição, São Paulo, n. 10, p. 23-35, 1999. Disponível em: <<http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/763/649>> Acesso em: 28 de abril de 2015.

HOOPER, T. **Guia do apicultor**. 3º ed. São Paulo: Europa América, 1981. 269 p. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Disponível em: <[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=20](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=20)>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

INTERNATIONAL TRADE FORUM. **Upswing in the honey market**. *International Trade Forum*, Geneva, v. 13, n. 3, p. 21-31, 1977. Resumo em *Apicultural Abstracts*, v. 30, n. 3, p. 214, 1979.

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

JOHNSON, L.K.; HUBBELL, S.P. **Agression and competition among stingless bees: Field studies**. *Ecology*, 55:120-127, 1974.

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

LACHMAN, J.; KOLIHOVÁ, D.; MILOHOVÁ, D.; KOSATA, J.; TITERA, D.; KULT, K. **Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality**. *Food Chemistry*, v. 101, p. 973-979, 2007.

LAJOLO, F.M. 1995. **As deficiências da composição de alimentos no Brasil**. Anais, Simpósio das Instituições Brasileiras de Alimentação e Nutrição. p. 2-5.

LEAL, V. M.; SILVA, M. H.; JESUS, N. M. **Aspecto físico-químico do mel de abelha comercializado no município de Salvador – Bahia**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 14-18, 2001.

MARCHINI, L. C.; GENI, S.S. ; MORETI, A. C. de C.C. **Mel Brasileiro: Composição e normas**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 111p.

MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.. **Glicídios no Mel**. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 24, n. 4, p.516-525, 2001.

MERCOSUL. MERCOSUL/GMC/RES. Nº 56/99 - **REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL “IDENTIDADE E QUALIDADE DO MEL”** Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC\\_RES\\_1999-056.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1999-056.pdf)>

Acesso em: 28 de abril de 2015.

MESQUITA, L.X.; SAKAMOTO, S.M.; MARACAJÁ, P.B.; PEREIRA, D.S.; MEDEIROS, P.V.Q. **Análises físico-químicas de amostras de mel de jandaira puro (*Melipona subnitida*) e com misturas**. Revista Verde, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 65-68, Jul/Dez. 2007.

MORAES, R. M.; BENEVIDES, L. H. T. S.; MENEZES, A. **A desumidificação no mel no Brasil**. Apicultura & Polinização, n. 13, p. 27-29, 1989.

NOGUEIRA, R.H.F; MOREIRA, A.S; MOURA, J.C. **Simpósio sobre apicultura**. Jaboticabal-SP: Campinas, 1984.

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

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

PEREIRA, D. S. **Distribuição geográfica de espécies de meponineos criados no Rio Grande Norte**. 2006. Monografia (graduação em Agronomia). Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA. Mossoró.

PEREIRA, F. de M.; LOPES, M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R. de; VILELA, S. L. de O. **Produção de mel**. Embrapa Meio-Norte, versão virtual. 2003. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

PEREIRA, J. G; DENADAI, J. M; HIANE, P. A; ARÃO, A; RAMOS, F. M. M; RAMOS, M. I. L; DENADAI, S. M. S. 1983. **Mel de abelhas – análises de amostras comercializadas no município de Campo Grande, MS**. Higiene Alimentar, v. 2, n. 4, p. 213 – 216.

RIBEIRO, R. O. R.; SILVA, C.; MONTEIRO, M. L.; BAPTISTA, R. F.; GUIMARÃES, C. F.; MARSICO, E. T.; MANO, S. B.; PARDI, H. S. **Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos**,

**comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira Ciências Veterinárias, v. 16, p. 3–7, 2009.

RODRIGUES S. W., A. C. L., et al. **Análises de mel Apis mellifera L., 1758 e Tetragonisca Angustula (LATRELLE, 1811).** Revista de Agricultura, São Paulo, fasc, 3, vol. 73:254- 261, dez 1998.

SALINAS, F.; ESOINOSA-MANSILLA, A.; BERZAS-VEVADO, J. J. **Flow-injection determination of HMF in honey by Winkler method.** Fresenius Journal of Analytical Chemistry, v. 340, n. 4, p. 250-252, 1991.

SANTOS, K.S.I.; MALASPINA, O.; PALMA, M.S. **Cinética da diástase em méis de diferentes origens florais: um novo protocolo experimental.** 2003. Revista. Mensagem Doce, nº 70, Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce /70/artigo.htm>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

SANZ, M. L; GONZÁLEZ, M. M; MARTÍNEZ-CASTRO, I. **Los azúcares de la miel.** In.: LORENZO, C. La miel de Madrid. Madrid: Madridinnova , 2002. p. 95-108.

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

SERRANO, R. R.; VILLANUEVA, M.T.O.; MARQUINA, A.D. **La miel. Educorante natural por excelência I. Origen clasificación y propiedades.** Alimentaria, n. 253, p.29-35, 1994.

SILVA, C. L.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO. R.M. F. **Caracterização físico-química de méis produzidos no estado do Piauí para diferentes floradas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 8, n. 2-3, p. 260-265. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a15.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

SILVA, M. D. L. **Diagnóstico do sistema de produção e qualidade de mel de Apis mellifera.** 2007. 97f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.



SILVA, R. N. et al. **Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, set./dez. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612003000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300007)>. Acesso em: 28 de abril de 2015.

SILVA, ROSILENE AGRA et al. **Análise Físico Química de Amostras de Mel de Abelhas ZAMBOQUE (*frieseomelitta varia*) da Região do Seridó do Rio Grande do Norte.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, n. 4, p. 70–75, out./dez. 2009.

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

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, A.L. **Açúcares totais, redutores e sacarose de amostras de *Apis mellifera* (Hymenoptera: apidae) provenientes da região litoral norte no estado da Bahia.** In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 4, Campinas: SBCTA, 2001. p.114.

SOUZA, B. A. et al. **Composición de lamiel de abejas sin aguijón: Estableciendo requisitos de calidad.** Interciencia, v. 31, n. 12, p.867-875, 2006.

STEFANINI, R. **Variability and analysis of Italian honeys.** Apiacta, v. 19, n. 4, p. 109-114, 1984.

VENTURIERI, G. C. **Conservação e geração de renda: meliponicultura entre agricultores familiares da amazônia oriental.** Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. F, O.; PEREIRA, C. A. B. **Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona Fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - Pa, Brasil.** Biota Neotropica, v. 3, n. 2, p.1-7, 2003.

VERÍSSIMO, M. T. L. **Saiba o que é HMF. A apicultura no Brasil,** v. 4, n. 24, p. 31, 1991.

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

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

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

WHITE JÚNIOR, J. W.; SUBERS, M. H.; SCHEPARTZ, A. I. **The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in honey glucose-oxidase system**. *Biochimica e biophysica acta*, n.73, p.57-70, 1963.

WIESE, H. **Apicultura novos tempos**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 424 p.

ZAPPALÀ, M. et al. **Methods for the determination of HMF in honey: a comparison**. *Food Control*, v. 16, n. 3, p. 273-277, 2005.