



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL



WEDSON DE LIMA TÔRRES

**QUALIDADE DE MEL DE ABELHA *Apis mellifera* L NATURAL E APÓS
UTILIZADO PARA ALIMENTAÇÃO DE ABELHAS *Melipona subnitida*.**

MOSSORÓ-RN
AGOSTO/2017

WEDSON DE LIMA TÔRRES

**QUALIDADE DE MEL DE ABELHA *Apis mellifera* L NATURAL E APÓS
UTILIZADO PARA ALIMENTAÇÃO DE ABELHAS *Melipona subnitida*.**

Dissertação submetida à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Como exigências para obtenção do título de mestre em produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Edna Maria Mendes Aroucha

Co-orientador: Prof. Dr. Airton Torres Carvalho

Linha de Pesquisa: Tecnologia e avaliação da qualidade de produtos de origem Animal.

Área de atuação: Apicultura

MOSSORÓ-RN

AGOSTO/2017

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

T489q Tôrres, Wedson de Lima.
Qualidade de mel de abelha *Apis mellifera* L.
natural e após utilizado para alimentação de
abelhas *Melipona subnitida*. / Wedson de Lima
Tôrres. - 2017.
104 f. : il.

Orientador: Edna Maria Mendes Aroucha.
Coorientador: Airtton Torres Carvalho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Produção Animal, 2017.

1. Fenólicos totais. 2. antioxidante. 3.
alimentação artificial. 4. mel modificado. I.
Aroucha, Edna Maria Mendes , orient. II.
Carvalho, Airtton Torres , co-orient. III. Título.

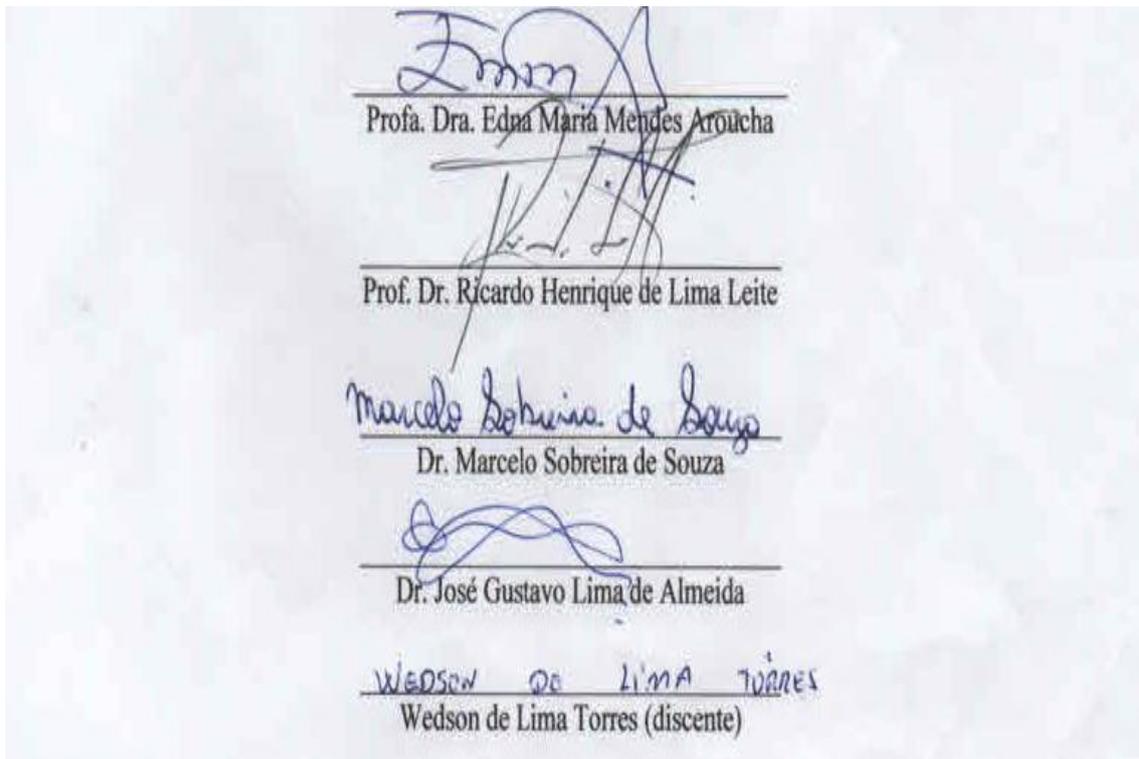
WEDSON DE LIMA TÔRRES

QUALIDADE DE MEL DE ABELHA *Apis mellifera* L NATURAL E APÓS UTILIZADO PARA ALIMENTAÇÃO DE ABELHAS *Melipona subnitida*.

Dissertação submetida à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) Como exigências para obtenção do título de mestre em produção Animal.

APROVADA EM 11/11/2017

BANCA EXAMINADORA:



DEDICO

Aos meus pais, João Tôrres e Francisca Maria de Torres.

À minha esposa, Juliete Fernandes Araújo de Lima e a minha irmã Fatima de Lima Tôrres e irmão Antônio de Lima Torres.

Às minhas Sobrinhas, Tarcia Graziela de Lima Tôrres e Thais Gabriela de Lima Tôrres e ao seu falecido pai e irmão Raimundo de Lima Tôrres.

Aos meus Sobrinhos, tios, tias, primos, cunhado, e amigos e a todos que torceram por mim nessa caminhada.

OFEREÇO

Aos meus pais, por terem dado todo o amor, orientação, disciplina e carinho e oportunidade de refletir o caráter deles e ser a pessoa que hoje sou.

AGRADECIMENTOS

Ao grandioso Deus e pai por sempre me iluminar e me guiar nas lutas da vida.

Á minha orientadora Edna Maria Mendes Aroucha pela orientação, grandiosa ajuda e confiança para a realização desse trabalho.

Ao meu co-orientador Airton Torres de Carvalho pelos conselhos, orientação e franqueza em sempre me corrigir e disciplinar, bem como também a pessoa da professora e Dr^a Camila Maia e ao grupo ASA- abelhas do semiárido.

Ao professor Ricardo Henrique de Lima Leite pelas valiosas contribuições para melhoria desse trabalho.

Aos meus maravilhosos pais, João e Francisca, por me amarem e apoiarem nessa caminhada. Á minha esposa Juliete Fernandes, pela compreensão, apoio e por está ao meu lado durante a realização deste trabalho, bem como também a mãe de minha esposa Maria Eliete Fernandes de Lima que é minha segunda mãe, e meu cunhado Antônio Felipe Fernandes.

Á todos os meus familiares, em especial a minha irmã Fátima Tôrres que sempre me deu força, conselhos, e ajuda bem como a todos que me ajudaram direto ou indiretamente.

A todos os colegas que me ajudaram ao longo desses dois anos, em especial ao grande amigo de todas as horas, José Tavares, que também contribui para a realização desta pesquisa.

Á Universidade Federal Rural do Semiárido por mais uma oportunidade de aprendizagem. Ao pessoal do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA, em especial à pessoa de Jose Gustavo Lima de Almeida pela ajuda direta na execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal pela oportunidade de qualificação profissional, e a CAPES pelo financiamento desse estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	5
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos econômicos	14
2.2. Características das abelhas do gênero <i>Apis</i> x <i>Melipona</i>	15
2.2.1 Abelhas <i>Apis mellifera</i> (Africanizada).....	15
2.2.2. Abelhas jandaíra (<i>Melipona subnitida</i>).....	15
2.3. Produção de mel	16
2.4 Casa de mel	17
2.5. Qualidade físico-química e sensorial.....	18
2.6 Parâmetro de qualidade sensorial	18
2.6.1 Cor.....	19
2.7 Parâmetros de qualidade físico-química.....	20
2.7.1 Umidade	20
2.7.2 Açúcares redutores	21
2.7.3 Sacarose.....	22
2.7.4 Sólidos insolúveis em água	22
2.7.5 Teor de cinzas.....	23
2.7.6 Acidez livre	24
2.7.7 Atividade diastásica.....	24
2.7.8 Hidroximetilfurfural	26
2.7.9 Condutividade Elétrica.....	27
2.7.10 Atividade de água (<i>A_w</i>)	28

2.7.11 pH.....	28
2.8 Compostos bioativos e antioxidantes do mel	29
2.8.1 Fenólico total	29
2.8.2 Flavonóides totais	30
2.8.3 Atividade Antioxidante	31
3. OBJETIVOS.....	33
3.1 Objetivos gerais	33
3.2 Objetivos específicos.....	33
4. MATERIAIS E METÓDOS.....	34
4.1 Análises físico-químicas e sensorial.....	38
4.1.1 Parâmetro de qualidade sensorial	38
4.1.1.1 Cor.....	38
4.1.2 Parâmetros de qualidade físico-químicos associados á maturidade	39
4.1.2.1 Umidade	39
4.1.2.2 Açúcares redutores (AR)	39
4.1.2.3 Sacarose Aparente (SA)	40
4.1.3 Parâmetros de qualidade físico-química associada á pureza	41
4.1.3.1 Sólidos insolúveis em água	41
4.1.3.2 Teor de Cinzas.....	41
4.1.4 Parâmetros de qualidade físico-química associados a deterioração	42
4.1.4.1 Acidez titulável	42
4.1.4.2 Atividade Diastásica.....	43
4.1.4.3 Hidroximetilfurfural (HMF).....	43
4.1.5 Parâmetros de qualidade físico-químicos não exigidos pela legislação	44
4.1.5.1 Atividade de água (aw)	44
4.1.5.2 pH.....	44
4.1.5.3 Condutividade Elétrica.....	44

4.2. Compostos bioativos e antioxidantes do mel	45
4.2.1 Fenólicos totais equivalentes a ácido gálico.....	45
4.2.2 Flavonóides totais equivalente a quercetina	45
4.2.3 Atividade Antioxidante	45
4.3. Análises dos dados	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. Qualidade físico-química associada à maturidade de amostras de méis do Território Sertão do Apodi.....	47
5.2. Parâmetros de qualidade físico-química associada à pureza de amostras de méis do Território Sertão do Apodi	49
5.3 Parâmetros de qualidade físico-química associado à deterioração de amostras de méis do Território Sertão do Apodi	51
6. Qualidade Físico-química e sensorial de amostras de méis de <i>Apis mellifera</i> natural, modificado e de <i>Melipona subnitida</i>	53
6.1 Qualidade sensorial	53
6.1.1 Cor.....	53
6.2 Parâmetros de qualidade físico-químicos associados à maturidade	55
6.2.1 Umidade	55
6.2.2 Açúcares redutores	58
6.2.3 Sacarose aparente	58
6.3 Parâmetros de qualidade físico-química associada à pureza	59
6.3.1 Sólidos Insolúveis	59
6.3.2 Cinzas	62
6.4 Parâmetros de qualidade físico-química associada à deterioração	62
6.4.1 Acidez livre	62
6.4.2 Atividade Diastásica.....	63
6.4.3 Hidroximetilfurfural	67
6.5 Parâmetros de qualidade físico-química não exigida pela legislação.....	68

6.5.1 Condutividade elétrica	68
6.5.2 Atividade de água (aw)	69
6.5.3 pH.....	70
6.6. Compostos bioativos e antioxidantes do mel	70
6.6.1 Fenólicos totais (equivalente a Ácido gálico)70	
6.6.2 Flavonóides totais (equivalente a Quercetina)	72
6.6.3 Atividade Antioxidante	73
7. CONCLUSÃO.....	76
8. REFERENCIAS	77

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Predominância floral dos méis e características geográficas das amostras avaliadas.....36
- Tabela 2:** Escala de cores de Pfund para classificação de méis.....39
- Tabela 3:** Teores de umidade, açúcares redutores, e sacarose aparente de méis de *Apis mellifera*, coletada no território sertão do Apodi.....48
- Tabela 4:** Teores de cinzas e de sólido insolúveis de méis de *Apis mellifera*, coletada no território sertão do Apodi.....50
- Tabela 5:** Valores de acidez livre, HMF, e atividade diastásica de méis de *Apis mellifera*, coletada no território sertão do Apodi.....52
- Tabela 6:** Teores de umidade, açúcares redutores, e sacarose aparente de méis de *Apis mellifera*, natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....57
- Tabela 7:** Teores de cinzas e de sólido insolúveis de méis de *Apis mellifera*, natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....61
- Tabela 8:** Valores de acidez livre, HMF, e atividade diastásica de méis de *Apis mellifera*, natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....65
- Tabela 9:** Valores de atividade de água, pH, e condutividade elétrica de méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....69

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa dos municípios do território sertão do Apodi, e locais das amostras coletadas.....34
- Figura 2: Escala de cores de Pfund de méis de *Apis mellifera L.* natural, mel modificado e *Melipona subnitida* natural.....54
- Figura 3: Teor de fenólicos totais equivalente a ácido gálico em méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....71
- Figura 4: Teor de flavonóides totais equivalente a quercetina em méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....73
- Figura 5: Atividade antioxidante em méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.....75

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - Percentagem.

AG – Ácido gálico.

QE – Quercetina.

BPFs- Boas práticas de fabricação

SI- Sólido insolúveis em água

CE- Condutividade elétrica

AR- Açúcares redutores

Aw - Atividade de água

UMID-Umididade

SAC-Sacarose

FT- Fenólico total equivalente a ácido gálico

FT- Flavonóides totais equivalente a quercetina

AL-Acidez livre

UEPA-Unidade de extração de produto apícola

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

MDA- Ministério de Desenvolvimento Agrário

DPPH - 2,2-difenil-1-picrilidrazil.

FAOSTAT – Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas.

HMF- Hidroximetilfurfural

IN – Instrução Normativa.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

IDIARN- Instituto de Defesa Agropecuária do Estado do Rio grande do Norte

meq – Miliequivalente.

pH - Potencial hidrogeniônico.

PPGPA – Programa de Pós-graduação em Produção Animal.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

DBC-Delineamento em bloco casualizado

RESUMO

TORRES, Wedson de Lima. **Qualidade de mel de abelha *Apis mellifera* L. natural e após utilizado para alimentação de abelhas *Melipona subnitida*.** 2016. 104p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal: Tecnologia e avaliação da qualidade de produto de origem Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017.

RESUMO: As análises físico-químicas revelam a qualidade de méis e compara com os padrões já estabelecidos na legislação. Por ocasião do período de escassez a alimentação artificial para meliponíneos é uma técnica fundamental para a manutenção das colmeias em determinadas épocas do ano. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de mel de abelha *Apis mellifera* L. coletado em casas de méis do território Sertão do Apodi-RN e, após utilizado como alimentação para abelhas *Melipona subnitida*. O trabalho foi realizado em duas etapas, a primeira consistiu de coletas de mel de *Apis mellifera*, nos anos de 2016 e 2017 em uma casa certificada de mel e em 22 casas de méis sem certificação no território sertão do Apodi. A segunda etapa consistiu em selecionar seis colônias de *Melipona subnitida* para alimentação das abelhas com o mel homogeneizado de *Apis*, resultante da primeira etapa de coleta, e procedeu-se à colheita para análise das mudanças físico-químicas efetuadas pelas abelhas jandaíras. Em todas as etapas, as amostras foram transportadas para o laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA onde foram avaliadas as seguintes características de qualidade: umidade, pH, acidez livre (AL), condutividade elétrica (CE), hidroximetilfurfural (HMF), açúcares redutores (AR), sacarose aparente (SAC), sólidos insolúveis (SI), teor de cinzas, cor, atividade de água (AW), fenólicos totais (FT), flavonoides totais (FT) e atividade antioxidante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado. A composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* coletadas nas casas de méis (UEPA) do território sertão do Apodi, diferiram quanto o teor de umidade, cinzas, acidez livre e sacarose. A abelha *Melipona subnitida* modificou os seguintes padrões físico-químicos do mel de *Apis*: umidade, açúcares redutores, cinzas, sólidos insolúveis, acidez e pH. Porém, as características finais do mel modificado ficaram mais próximas do mel de *Apis mellifera*. O conteúdo de fenólicos totais, flavonóides e atividade antioxidante do mel modificado foram superiores ao mel de abelha jandaíra natural.

Palavras-chave: Fenólicos totais, antioxidante, alimentação artificial, mel modificado.

ABSTRACT

TORRES, Wedson de Lima. **Quality of natural bee honey of *Apis mellifera* and after used to feed *Melipona subnitida* bees.** 2016. 104p. Dissertation (Master's Degree in Animal Production: Technology and evaluation of product quality of animal origin) - Universidad Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoro-RN, 2017.

ABSTRACT: The physicochemical analysis reveals the quality of honeys comparing with standards already established by the Brazilian regulation law. This work aims evaluate the quality *mellifera* L. honey, collected in regulated and unregulated honey establishments at Sertão do Apodi territory -RN, Northeastern of Brazil, and reevaluate this quality after used as feed for stingless bees *Melipona subnitida*. The changes made by this stingless bees in the *Apis* honey was described. The honey samples were collected in 2016 and 2017 at 22 honey establishments. All the samples were transported to the UFERSA Food Technology Laboratory where the following quality characteristics were evaluated: moisture, pH, free acidity (LA), electrical conductivity (EC), hydroxymethylfurfural (HMF), reducing sugars (SFA), ash content, color, water activity (AW), total phenolics (FT), total flavonoids (FT) and antioxidant activity. The experimental design was randomized. The physicochemical composition of *Apis mellifera* honeys, differ between registered and unregistered honey establishments. The *Apis* honey was modified by the stingless bees on to the following physicochemical parameters: moisture, reducing sugars, ash, insoluble solids, acidity and pH. However, the final characteristics of the modified honey were closer to the honeybees honey.. Unexpectedly, the total phenolic content, flavonoids and antioxidant activity of the modified honey were higher than the natural *Melipona* honey..

Keywords: Total phenolics, antioxidant, artificial feeding, modified honey.

1. INTRODUÇÃO

O mel de abelha é um produto, aromático, viscoso e adocicado, consumido mundialmente (SILVA et al., 2016), cuja maior produção brasileira provém das abelhas do gênero *Apis* (com ferrão) e em menor escala da tribo *Meliponini* (sem ferrão). É um produto oriundo da alimentação das abelhas com o néctar floral ou de outras partes de plantas e excreções de insetos sugadores que as abelhas recolhem e armazenam em favos das colmeias para maturação (BRASIL, 2000).

É um alimento cuja qualidade é avaliada por características físico-químicas, estabelecidos por padrões oficiais nacionais (BRASIL, 2000) e internacionais (CODEX ALIMENTARIUS, 2001). É um alimento comumente adulterado por adição de açúcares (proveniente de cana de açúcar ou beterraba, xarope de milho ou xarope com alto teor de maltose ou frutose) ou mel de outras espécies de abelhas, o que pode alterar as suas características (PUSCAS et al., 2013).

O mel de abelhas do gênero *Apis* é produzido mundialmente em grande escala, todavia do gênero *Melipona* é produzido em pequena escala, devido ao sistema de criação tradicional e ainda pouco tecnificado (CHUTONG et al., 2016; DRUMOND, 2013, PEREIRA et al., 2010). O preço deste mel é diferenciado por ser mais elevado, compensando a sua menor produtividade, devido à crença regional de que o mesmo possui maiores qualidades terapêuticas.

Segundo Menezes et al. (2006), a alimentação artificial para meliponíneos, onde se inclui o gênero *Melipona*, é uma técnica fundamental para a manutenção das colmeias em determinadas épocas do ano, devido à escassez de alimentos. Não obstante, elevadas quantidades dessa alimentação podem reduzir a qualidade do mel. De forma que é necessário o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa para atestar sua qualidade.

A falta dos requisitos gerais de estrutura física e dependência de uma UEPA (Unidade de extração de produtos apícolas) para o processo de certificação não interfere na qualidade do mel colhido, pelo contrário o que interfere é o processo de colheita e a ausência das condições de BPFs.

As análises físico-químicas de méis são utilizadas nas relações comerciais e para comparar a qualidade do mel durante o armazenamento (SERRANO et al., 2004). Ela pode ser utilizada também como ferramenta para entender as transformações do mel, bem como

para entender transformações possíveis após alimentação suplementar das abelhas, com xaropes ou mel. De forma que, *Meliponas* alimentadas com mel de *Apis mellifera* L podem originar méis com parâmetros físico-químicos distintos do mel de abelhas desse gênero.

Atualmente têm-se verificado um grande número de estudos principalmente de compostos fenólicos em méis (ARAUJO, 2014). Isso se deve, sobretudo, à habilidade antioxidante destas substâncias em sequestrar radicais livres, os quais são prejudiciais à saúde humana (DORMAN et al., 2003; MEDA et al., 2005). Estudos demonstram que a atividade antioxidante dos méis de abelha *Apis mellifera* L inferiores ao de algumas espécies de abelha da tribo *Meliponini* (ARAUJO, 2014).

Segundo Ananias (2010) são realizados com frequência muitos estudos sobre a qualidade físico-química de méis produzidos no Brasil, no entanto, pouco se sabe sobre as condições de produção, pois o mesmo pode ser de origem adulterada ou condições de colheita inadequada. O mel de abelha de *Melipona subnitida* difere em várias características físico-química e sensorial do mel de abelha de *Apis mellifera* (CHAVES, GOMES & COSTA, 2012).

Ressalta-se que o mel de abelha sem ferrão oriundo de processo de indução de alimento não são considerado mel de *Melipona*, mas um produto adulterado, que somando ao processo de alimentação diariamente ocorre uma mistura do alimento com o néctar do forrageamento. Neste sentido, este trabalho objetivou-se avaliar a qualidade de mel de abelha *Apis mellifera* coletado em casas de méis certificadas pelo instituto de defesa agropecuária do estado do Rio grande do Norte (IDIARN) e pelo Ministério da agricultura pecuária e Abastecimento (MAPA) e nas casas de méis não certificadas do “território da cidadania sertão do Apodi-RN”, em seguida avaliar as alterações na qualidade do mel de *Apis mellifera* após utilizado na alimentação de abelhas *Melipona subnitida* que dispões de um mel resultante da alimentação parcialmente modificado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos econômicos

O Brasil ocupa a quinta posição no ranking mundial de exportação com aproximadamente 36 mil toneladas anuais de mel, isso se dá devido à existência de uma legislação específica que estabelece os padrões de qualidade do mel brasileiro. A China, Argentina, México, Estados Unidos e Canadá são os maiores produtores e exportadores mundiais, já o Brasil está na 11ª colocação de produção mundial de mel. A região Nordeste tem grande importância como produtora de mel sendo o Ceará (32%), Piauí (29%), Bahia (13%), Pernambuco (11%) e Rio Grande do Norte (7%) os estados que se destacam pela maior produção (IBGE, 2016).

No Brasil há grande desenvolvimento da apicultura, sendo esta uma atividade principalmente de escala familiar, ou seja, de pequena produção, e sua cadeia produtiva contribuem para geração de empregos e fonte de renda, fatores esses determinantes em uma melhoria da qualidade de vida dos produtores (PINHEIRO, 2003). Da mesma forma, na região Nordeste, a apicultura se apresenta como uma alternativa para elevar o nível socioeconômico, aproveitando o potencial de diversas áreas onde é possível a exploração apícola (SILVA, 2003).

A criação de abelhas é dividida em duas práticas distintas, a Apicultura e a Meliponicultura. Sendo que a primeira caracteriza-se pelo manejo da espécie *Apis mellifera L.*, detentora de tecnologia mais desenvolvida, padrões de produção bem definidos e caracterização de seus subprodutos mais conhecidos. Enquanto a meliponicultura, arte de manejar as abelhas indígenas sem ferrão ou meliponíneos, ainda possui uma tecnologia de produção pouco desenvolvida e um manejo simplificado quando comparados à produção e ao manejo da Apicultura (NOGUEIRA-NETO, 1997; CRANE, 1982).

Segundo Silva (2015) outro fator que diferencia os méis de *Melipona subnitida* da *Apis mellifera* é o preço do produto comercializado, sendo o mel oriundo da *Melipona* comercializado a um valor mais elevado, provavelmente pela baixa produtividade, acompanhado de uma grande demanda do produto no mercado, motivado pela crença de que o mesmo possui propriedades antibacterianas e antioxidantes diferenciados, sendo

tradicionalmente escolhido para ser utilizado contra várias enfermidades. No entanto o preço baixo do mel de *Apis mellifera* é superado pela maior produção.

2.2. Características das abelhas do gênero *Apis* x *Melipona*

2.2.1 Abelhas *Apis mellifera* (Africanizada)

É considerada a espécie mais difundida mundialmente para a produção de mel, a *Apis mellifera*, conhecida popularmente como abelha africanizada vivem em colônias que pode conter entre 50.000 e 60.000 indivíduos, sendo que este total composto por cerca de 400 zangões e uma rainha, as restantes operárias. Enquanto os zangões e a rainha, por toda a sua vida, executam uma mesma tarefa, as operárias exercem diversas funções, mudando conforme o envelhecimento. A rainha possui um tempo de vida de no máximo dois anos pondo cerca de 2.000 ovos por dia (ARAUJO et al., 2006).

Atualmente os produtos apícolas desta espécie mais comercializados são o mel, que para elas possui a função de reserva alimentícia; a geleia real é um produto secretado pelas operárias jovens que utilizam como alimento para a rainha e para as larvas que são destinadas a se tornar rainha que ficam acondicionadas em realeiras, tipo de células diferenciadas; o pólen, produto com um grau de riqueza muito alto em proteínas, vitaminas e minerais, bem como aminoácidos e substâncias gordurosas que são utilizados pelas abelhas para produção de mel dentro da colmeia sendo que para nós é utilizado como um alimento de alto complexo nutricional; a própolis é usada para vedação de frestas, isolar organismos estranhos e tornar imune a contaminações microbiológicas, esta substância é elaborada a partir de resinas dos vegetais e que é consumida pelo homem por possuir propriedades terapêuticas; aptoxina é um produto extraído da ferroadada da abelha possuindo alguns usos terapêuticos para o homem; a cera, extraída das glândulas ceríginas que são utilizadas na confecção de favos na colmeia ou para usos diversos na indústria (WIESE, 1986).

2.2.2. Abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*)

A *Melipona subnitida* Ducke, 1910 é uma espécie de porte média e robustas. São popularmente conhecidas como jandaíra. Segundo Bruening (2001) a espécie *Melipona subnitida* tem como habitat a caatinga, no nordeste brasileiro e por ser mais adaptável a essa região, sua criação fora dessa região é muito reduzida. O seu ninho apresenta favos de cria horizontais ou helicoidais, os favos de crias e os potes de alimentos são grandes podendo atingir até 4 cm de altura sendo ainda muito bem protegido pelo invólucro presente e bem desenvolvido ao redor dos mesmos. O autor afirma que é possível obter de 1,5 a 2,5 kg de mel/ano por colônia, sendo o tamanho da colônia em torno de 1000 abelhas.

A *Melipona subnitida* é considerada uma espécie de abelha produtora de um mel muito saboroso que por esse motivo e também por ser conhecido como um mel com propriedades terapêuticas é muito consumido e procurado no Estado do Rio Grande do Norte, onde se concentra praticamente toda a meliponicultura que envolve esta espécie. (BRUENING, 2001).

2.3. Produção de mel

A produção de mel está diretamente relacionada com a quantidade de florada no campo. Todavia, nem sempre há alimento suficiente no campo, seja porque a vegetação local diminui consideravelmente com a destruição das matas nativas (MENEZES, 2006) ou devido à escassez de chuva. Com isto, o meliponicultor recorre à alimentação artificial de manutenção (DIAS et al. 2008), o que garante as colônias mais populosas o ano inteiro, devido ao aumento na postura da rainha, da redução da perda de peso das colônias e aumento da produção de mel no período das floradas (CLIMA,1995).

A prática de alimentação consiste em oferecer as colônias produtos do tipo alternativo de mel e pólen, como por exemplo: misturas de água e açúcar, vitaminas, farelo de soja, farinha láctea ou o próprio mel sem mistura (PEREIRA et. al, 2000; PEREIRA, 2002).

De acordo com Kerr (1996), para sobreviver, às abelhas necessitam de substâncias como água, carboidratos (açúcares) e por fim proteínas que podem ser encontradas no mel, no néctar e pólen das flores, estes são ideais para suprir a necessidade de uma formação de reserva alimentar fornecida na qual servirá para sua alimentação e de sua prole.

Segundo Vasconcelos (2009), em situações que ocasionam também à diminuição da produtividade, os meliponicultores têm fornecido às colônias os alimentos convencionais, incluindo o mel e o pólen. Vale ressaltar ainda que a função do mel é suprir as necessidades

energéticas das abelhas, para poder atuar na regulação e manutenção dos processos vitais (PORTELA; GALLEGU, 1999). Nogueira-Neto (1997), afirma que o mel pode ser fornecido na alimentação artificial dentro dos potes de fornecimento da alimentação, porém há a possibilidade de transmitir enfermidades, uma vez que doenças transmitidas de *Apis* para *Melipona* ainda são pouco conhecidas, sendo mais seguro usar xarope de água com açúcar.

As abelhas indígenas guardam o mel dentro dos seus ninhos, no interior de potes feitos de cerume. E a colheita é realizada somente quando há mel abundante na colmeia. Além disso, cerca de 1/3 do mel existente deve ser deixado às abelhas indígenas para sua sobrevivência. A época melhor para fazer a colheita de mel varia de região para região. No auge da safra de néctar, o mel ainda pode estar imaturo, Assim, quando for possível, é conveniente esperar algo em torno de duas semanas após a safra do néctar, para realizar a colheita.

Segundo Nogueira Neto (1997) a alimentação artificial concede resultados excelentes, sendo uma prática altamente compensadora, no entanto o mesmo autor afirma que essa prática em excesso é prejudicial, devendo ser dosada de acordo com o tamanho da colônia que a recebe. O autor conclui ainda que não se deve alimentar uma colônia mais que 1 ou 2 vezes por mês, não somente porque ficaria difícil para as abelhas armazenarem o alimento fornecido, mas também porque uma manipulação excessiva da colônia causa estresse as abelhas, e o excesso de xarope ou qualquer outro alimento pode provocar fermentação, por falta de controle adequado pelas abelhas.

Dias et al. (2008) pesquisando sobre alimentação artificial à base de mel e suas implicações no desenvolvimento de jandaíras (*Melipona subnitida*) em Mossoró – RN, verificaram que um meliponicultor precisa de uma quantidade de aproximadamente 2 L de mel diluídos em água, por mês para manutenção das abelhas durante o período de estiagem.

2.4 Casa de mel

Para que se possa realizar a manipulação dos produtos apícolas de forma higiênica e segura, garantindo ao consumidor a qualidade do produto final, é indispensável que esses procedimentos sejam realizados em instalações e condições adequadas, específicas à classe de produtos a serem processados. No caso do mel em entrepostos ou casas de méis. (CAMARGO, 2002; RISPOA 2017).

Com uma definição simples, casa de mel ou UEPA (unidade de extração de produtos apícolas) é o estabelecimento onde é realizado a manipulação do mel e seus derivados, através do recebimento, extração, centrifugação, filtração, decantação, envase e estocagem. Sua localização pode ser afastada da área de terreno onde se encontra o apiário, podendo inclusive ser urbana, uma vez ouvidas as autoridades competentes, em relação a códigos de postura, saúde pública e defesa do meio ambiente. Suas Instalações devem conter dependências para extração, filtração, decantação, classificação e envase do produto. E por fim deve ter um depósito para material de envase e rotulagem. Vale ressaltar ainda que a mesma deverá ter um local coberto e dotado de tanque, para o procedimento de higienização dos vasilhames e utensílios (RISPOA, 2017).

A coleta do mel é dos pontos mais importantes da produção apícola para assegurar a qualidade do mel a ser colhido, desta forma a preservar suas características físico-químicas e sensoriais. A falta de cuidado nesta etapa do processo pode comprometer de forma irreversível a qualidade do produto e conseqüentemente reduzir o seu valor comercial, por essa razão a casa de mel deve ser registrada em órgãos competentes que regulamente essa segurança alimentar. A garantia de uma produção segura de mel pode ser alcançada com a aplicação segura das Boas Práticas Apícolas (BPA) desde o campo até a entrega de mel ao entreposto e que cabe ao produtor de mel a sua correta aplicação para assegurar a qualidade do mel sem afetar suas características físico-químicas e sensoriais (SEBRAE 2009; SENAI 2008).

2.5. Qualidade físico-química e sensorial

As análises físico-químicas de méis contribuem para a fiscalização de produtos comercializados e no controle da qualidade do mel produzido internamente. A legislação brasileira estabelece para o controle de qualidade, do mel floral e mel de melato de *Apis mellifera*, as análises sensoriais (cor, sabor e aroma) e as físico-químicas conforme a maturidade (umidade, açúcares redutores e sacarose aparente), pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas) e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural - HMF) (BRASIL, 2000).

2.6 Parâmetro de qualidade sensorial

2.6.1 Cor

A cor do mel é definida pela origem botânica, variando de acordo com a fonte floral (BERTONCELJ et al., 2007). Este atributo físico possui relação com o teor em minerais e compostos fenólicos, além da idade e condições de armazenamento (BERTONCELJ et al. 2007; BALTRUŠAITYTĖ et al., 2007; FINOLA et al., 2007; OLAITAN et al., 2007). No território brasileiro, a cor do mel é um parâmetro que funciona para classificação das características sensoriais, podendo variar de quase incolor a pardo-escura (BRASIL2000). Para Bogdanov et al. (2004) trata-se de uma propriedade física percebida rapidamente pelos consumidores exercendo influência na escolha, na classificação de diferentes méis e valor do mel, pois o mercado tem preferência por méis de cores claras.

Seemann & Neira (1988) argumentam que fatores como a origem floral, aspectos climáticos durante o fluxo do néctar, processamento, armazenamento, temperatura na qual o mel atinge a maturação na colmeia e o HMF interfere diretamente na coloração dos méis. Já Moura (2010), relata que a cor também pode ser influenciada pelo conteúdo de minerais, onde os méis de cores mais claras contêm teores reduzidos destes componentes. Com uma mistura complexa de carboidratos principalmente glicose e frutose, o mel adquire sua contribuição para sua cor, odor e sabor (CRANE, 1990; FALLICO et al., 2004).

Embora esses atributos sensoriais não sejam abordados neste trabalho, vale ressaltar que o sabor do mel está relacionado com seu devido aroma e a doçura, dependendo de substâncias com suas complexidades no mel, ou derivadas das suas origens florais, por isto, méis diferentes têm aromas e sabores diferentes (CRANE, 1983). O aroma pode ser descrito como extremamente suave e agradável, ou ainda, ser descrito como muito desagradável (BASTOS et al., 2002).

A cor é uma análise sensorial a qual a legislação brasileira considera aceitáveis as variações de branco d'água a âmbar escuro (BRASIL, 2000), mesmo preconizado para mel de abelha sem ferrão por Camargo et al. (2017). Avaliando diferentes tipos de mel do estado do Rio Grande do Norte, Aroucha (2012) e Barros (2011) detectaram as cores âmbar claro, âmbar e âmbar extra claro para o mel de *Apis mellifera*. Em relação a méis de *Melipona*, foi identificada a cor âmbar claro como predominantes, sendo rara a cor branca (AROUCHA, 2012).

2.7 Parâmetros de qualidade físico-química

2.7.1 Umidade

É considerado o segundo componente em quantidade na composição do mel, geralmente varia de 15 a 21% para mel de *Apis*, dependendo das condições do clima, origem floral e maturação na colheita (ACQUARONE et al., 2007). Em sua normalidade o mel maduro possui menos de 18% de água (FRIAS 2008).

A umidade é uma das características mais importantes, influencia na viscosidade do mel, peso específico maturidade, cristalização, conservação e palatabilidade (SEEMANN & NEIRA, 2008). Não obstante, a umidade acima do percentual recomendado (máximo 20%) indica favorecimento à fermentação dos açúcares presentes, que é causada por microrganismo mofílicos que compõe parte da microbiota inerente (néctar) ou que são veiculados durante o processo de manejo (IURLINA; FRITZ, 2005; BOGDANOV, 2009).

Ao contrário do mel de *Apis*, não existe uma legislação brasileira para a regulamentação e identificação da qualidade dos méis de meliponíneos, por essa razão, suas características físico-químicas são comparadas com os parâmetros da legislação para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000). Alguns parâmetros são avaliados com base nos níveis utilizados para a *Apis mellifera*, sendo também utilizada a classificação proposta por Villas-Bôas e Malaspina (2005) para mel de meliponíneos brasileiros, que consideram valor máximo de umidade de 35%, bem como também é utilizado os parâmetros internacionais proposto por VIT et al. (2004). E ainda mais recente foi lançada uma proposta de regulamentação dos parâmetros de identificação e qualidade do mel proposto por Camargo et al (2017) que regulamenta para este parâmetro valores de 40%/100g para mel do tipo *in natura*, pasteurizado ou maturado.

No estado do Rio Grande do Norte, Aroucha (2012) identificou valores de umidade variando entre 18,9 a 21,8 % para méis de *Apis mellifera* coletado no ano de 2010 e 2011 em várias regiões do estado. Araújo (2014) identificou na mesma região valores de umidade entre 16,8 % a 18,5 % para o mesmo tipo de mel, ambos os valores estando dentro dos limites exigidos pela legislação, máximo de 20 %.

Martins et al. (2013) avaliaram amostras de méis de *Apis mellifera* comercializados no município de Russas, no estado do Ceará, detectaram valores de umidade variando de 15,1 a

20,9 %. Já Soares et al. (2010) verificaram em méis comercializados no município de Apodi-RN valores de méis entre 16,5 a 21,5 %. Em sua pesquisa Araújo (2014) encontrou valores para este parâmetro de 24,0 a 27,8 % para espécie de *Melipona subnitida*.

2.7.2 Açúcares redutores

A instrução normativa nº 11 de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000) estabelece quantidade de açúcares redutores, para mel floral, mínimo de 65 g/100g, e para mel de melato mínimo de 60g/100g. Os açúcares redutores (glicose e frutose) são as frações dominantes e representam em torno de 85 a 95 % dos carboidratos presentes no mel (KAMAL & KLEIN 2011). A glicose por possuir pouca solubilidade, quando presentes em maiores teores nos méis provoca uma maior tendência de cristalização natural. Aroucha (2012) verificou em méis produzidos no Rio Grande do Norte, maior proporção de frutose em relação à glicose, fato que torna esses méis menos propícios a cristalização e, ainda propicia maior sabor adocicado, haja vista que o poder adoçante da frutose (1,5) é superior ao da glicose (0,75).

Kamal & Klein (2011) relatam que teores anormais de açúcares redutores podem indicar adulteração com xarope de glicose ou quando o mel é colhido imaturo, haja vista que os monossacarídeos representam cerca de 75 % dos açúcares com mais cerca de 10-15 % de dissacarídeos, podendo totalizar 85 % ou 90 % de açúcares presente no mel. A composição deste açúcar depende principalmente da origem (tipos de flores utilizados pelas abelhas), localização geográfica, tipo de clima, processamento e armazenamento (ESCUREDO et al., 2014; TORNUK et al., 2013).

Para meliponíneos brasileiros, os méis devem apresentar valores mínimo de açúcares redutores de 50 % (VILLAS-BÔAS; MALASPINA, 2005; VIT et al. 2004 na Venezuela). No entanto Camargo et al (2017) afirma em sua proposta de regulamentação para mel de abelhas sem ferrão valores mínimos de 60 g/100g de mel.

Silva et al. (2009), avaliaram a concentração de açúcares em amostras de méis armazenados em diferentes embalagens no tempo de armazenamento e, verificaram acentuado aumento nos açúcares redutores do mel com o tempo de armazenamento. Este aumento elevado se deve, provavelmente, ao processo da transformação (ação de enzimas invertases) da sacarose em glicose e frutose (SILVA, 2009).

Mesquita et al. (2007), avaliaram mel de jandaíra (*Melipona subnitida*) puro e com misturas, detectando valores para este parâmetro de 50 % (amostra de mel puro), 66 % (mel

com mistura de 20 % com mel de *Apis mellifera*) e 53 % (amostra com mistura de 20 % de calda de cana de açúcar).

2.7.3 Sacarose

A sacarose é um dissacarídeo formado por glicose e frutose, é um açúcar não redutor passível de hidrólise, cuja concentração média é de 2 a 3% dos carboidratos do mel. Valores elevados da fração deste açúcar indicam que houve uma colheita prematura do mel e que a sacarose não passou pelo processo de transformação para a glicose e frutose (CARVALHO et al., 2005; MENDES et al., 2009).

Elevados teores de sacarose podem auxiliar na identificação e adulteração do mel por xarope de sacarose invertida (AROUCHA, 2012). A legislação brasileira estabelece para mel floral, teor de sacarose aparente de no máximo 6 % e, para mel de melato teor de sacarose de até 15 %. Já o Códex Alimentarium Commission (2001) recomenda para o mel floral teor máximo de 5 % de sacarose. Para o mel de meliponíneos brasileiros, estes deve atender o mesmo valor preconizado pela legislação para o mel floral de *Apis* (CAMARGO et al., 2017; VILLAS-BÔAS & MALASPINA, 2005 e VIT et al., 2004).

Oliveira e Santos (2011), trabalhando com diferentes tipos de méis de diferentes espécies verificaram variação nos teores de sacarose de 0,49 a 3,63 % em méis de *Apis mellifera*. Pesquisas recentes têm detectado em méis de meliponíneos valores de sacarose variando de 4,2 % a 7,8 % (AROUCHA, 2012) e 3,9 a 13,9 % (ARAUJO, 2014)

2.7.4 Sólidos insolúveis em água

É um parâmetro que avalia a pureza dos méis, está associado às impurezas insolúveis em água que podem estarem presentes no mel, podendo exemplificar as partículas como sendo de cera, fragmentos de insetos, de plantas e de grãos de pólen. O mesmo não deve ultrapassar a quantidade de 0,1 % para mel centrifugado, no mel prensado se tolera até 0,5 % (BRASIL, 2000). Vale ressaltar que valores superiores aos determinados pela legislação estão relacionados, geralmente, a falhas durante o processo de filtração ou decantação do mel (SILVA, 2007).

Villas-Bôas e Malaspina (2005) recomendam teor máximo de 0,4 % para méis de meliponíneos, no entanto recentemente Camargo et al. (2017) propôs uma recomendação de 0,1 %. Santos e Oliveira (2013), encontraram valores de sólidos insolúveis variando de 0,01 a

0,1 %, dentro da especificação da legislação. Oliveira e Santos (2011), analisando méis de *Apis mellifera* encontraram valores de sólidos insolúveis variando de 0,46 a 1,55 %, acima do limite da legislação.

Aroucha (2012), trabalhando com méis de *Apis mellifera* e com duas espécies do gênero *Melipona* encontrou valores de sólidos insolúveis variando, respectivamente, de 0,06 a 0,79 % e de 0,21 a 0,38 %. Araújo (2014), analisando mel de *Melipona subnitida* encontrou valores de sólidos insolúveis variando de 0,0 a 1,1 %.

2.7.5 Teor de cinzas

O teor de cinzas do mel possui relação direta com o teor de minerais no mel. Diversos grupos de compostos químicos podem ser detectados em diferentes tipos de méis, sendo constituídos de macro e microelementos minerais (potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, sódio, manganês, iodo, zinco, lítio, cobalto, níquel, cádmio, cobre, bário, crômio, selênio, arsênico e prata), sendo o potássio o macroelemento mais abundante, correspondendo a um terço do teor mineral total encontrado no mel (ALQARNI et al., 2012).

Finola et al. (2007) afirmam que entre amostras de méis, quando há uma dispersão elevada no teor de cinzas, isto significa que o processo de recolha (colheita) ou as técnicas utilizadas pelos produtores neste momento não foram uniformes. Os mesmos autores relatam que os méis de cor predominantemente clara podem apresentar um teor de cinzas inferior aos méis com predominância de cor escura.

Esse parâmetro pode ser classificado como indicador da pureza do mel, podendo estar relacionado ao processamento inadequado deste. Pode-se afirmar que normalmente, nos méis de abelha são encontrados diferentes elementos químicos e minerais; contudo, valores acima de 0,6 % em méis florais, preconizado pela legislação vigente, são considerados indicadores de contaminação do mel, ressaltando a importância desses macros e micros elementos para a dieta humana (BRASIL, 2000; SODRÉ et al., 2007).

Vale ressaltar que para os parâmetros de méis de meliponíneos por Villas-Bôas e Malaspina, (2005) e Camargo et al. (2017), os valores são semelhantes ao estabelecido pela legislação para mel de *Apis mellifera* (BRASIL, 2000). Todavia para meliponíneos da Venezuela, Vit et al. (2004) consideram um valor máximo de 0,5 %.

Borsato et al. (2010) avaliando a qualidade físico-química dos méis da região de Campos Gerais/PR, encontraram teores de cinzas variando de 0,01 a 1,68 %. Já em sua pesquisa na região de Apodi no estado do Rio Grande do Norte, (TORRES et al. 2013)

encontraram valores muito baixos variando de 0,04 a 0,16 %, valores estes conforme a legislação vigente tanto para o mel floral como para o mel de melato. Sousa (2011) detectou valores variando de 0,1 a 1,10 % para mel de meliponeos, Já Araújo (2014) encontrou valores de 0,01 a 0,54 % para mel de meliponeos do estado do Rio Grande do Norte.

2.7.6 Acidez livre

A acidez do mel é provocada pelo processo de variação dos ácidos orgânicos, sendo o ácido glucônico originado pela ação da glicose-oxidase e também causada pelas diferentes fontes de néctar coletadas por *Apis mellifera*. Outros fatores responsáveis pela acidez do mel estão associados às ações de bactérias durante a maturação e os íons inorgânicos presentes na composição, tais como fosfato e cloreto (WHITE, 1989; REGINATO, 2004).

A acidez é um parâmetro de grande importância da qualidade do mel e valores elevados de acidez podem indicar, além de uma possível deterioração do mel, a fermentação dos açúcares. Estes processos são causados principalmente, por leveduras osmofílicas, que estando em condições favoráveis de umidade e atividade de água induzem o processo de fermentação no produto, conseqüentemente aumentando a sua acidez, e reduzindo o pH (FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Para a acidez total dos méis de *Apis mellifera*, a Instrução Normativa n.11 de 2000 preconiza valor de (max.50 mEq/Kg) (BRASIL, 2000). E para méis de jandaíra e outras abelhas sem ferrão Villas-Bôas e Malaspina (2005) propõem o valor máximo sugerido para o controle de qualidade bem superior, de (85 mEq/Kg), já Camargo et al (2017) propõem o mesmo valor preconizado na Instrução normativa brasileira.

Sodré (2005) avaliando as características físico-químicas, microbiológica e polínica de amostras de méis de *Apis mellifera* dos estados do Ceará e Piauí, identificou em 58 amostras de méis analisadas valores de acidez variando de 10 a 42 mEq/kg com valor médio de 30,13 mEq/kg para os méis do estado do Ceará e de 10 a 30 mEq/kg com valor médio de 17,91 mEq/kg para os méis do estado do Piauí.

Mesquita et al. (2007) realizando análises físico-químicas de amostras de mel de jandaíra puro (*Melipona subnitida*) e com misturas observaram valores de acidez variando entre 28 a 73,15 mEq/Kg.

2.7.7 Atividade diastásica

A diástase é o termo atribuído à enzima α -amilase, que tem por principal função digerir o amido, quebrando as moléculas que são muito sensíveis ao calor, característica essa que pode ser utilizada como indicação de armazenamento inadequado e prolongada como também superaquecimento do mel, o que comprometeria seriamente o produto (WHITE, 1994).

Trata-se de uma enzima proveniente, principalmente, das glândulas hipofaríngeas das abelhas, sendo encontrada em menores proporções também nos grãos de pólen (PAMPLONA, 1989). Quando se detecta a ausência desta enzima, isto reflete procedimentos e/ou adulterações realizadas no mel, tais como: uso de temperatura acima de 60°C durante o processo de beneficiamento, adição de açúcar invertido, condições inadequadas de armazenamento (tempo acima de seis meses e temperaturas altas).

Segundo Aroucha et al.(2008), a atividade diastásica diminui devido à desnaturação parcial ou total das amilases, processo este que pode ocorrer quando há ações de adulteração ou das condições citadas acima.

Para este parâmetro, a legislação estabelece valor mínimo de oito na escala Göthe. Todavia, baixos conteúdos enzimáticos nos méis devem ter como mínimo uma atividade diastásica correspondente a três na escala Göthe, sempre considerando que o conteúdo de hidroximetilfurfural (HMF) não exceda a 15 mg/Kg (BRASIL, 2000).

Este parâmetro também é considerado na classificação do mel de meliponíneos, sendo proposto por Villas-Bôas e Malaspina (2005) valor mínimo para esse parâmetro de 3,0 na escala Göthe. Vale ressaltar que recentemente foi proposta uma nova regulamentação para méis de meliponíneos por Camargo et al (2017) no entanto os mesmos não atribuíram valores de referência para este parâmetro.

Vargas (2006) analisando a qualidade de amostra de méis de abelha *Apis mellifera* da região dos Campos Gerais-PR detectou valores médios de 1,19 a 47,14 na escala Göthe, com valores abaixo do permitido pela legislação e acima do permitido, bem como amostras de méis que se enquadram neste fator de que a atividade diastásica deve ser de no mínimo três na escala e não exceder a 15 mg/kg de mel no parâmetro de HMF.

Aroucha et al.,(2008) analisando a qualidade de méis de abelha *Apis mellifera* produzidos pelos incubados da incubadora de agronegócio de Mossoró (IAGRAM) e comercializado no município de Mossoró/RN, encontraram 100 % do total geral das amostras realizadas dentro dos padrões vigentes que estabelece a legislação para o parâmetro em questão.

Na literatura há muita variação na atividade diastásica para méis de meliponíneos, desde não detecção (SOUZA et al., 2009; AROUCHA, 2012; ARAÚJO, 2014; SILVA, 2015); baixos valores de detecção como citado por Pereira (2010) que identificou atividade diastásica em méis de *Melipona*, de 0,10 a 0,59, e variações com elevados valores como citado por Holanda et al. (2012) variando de 0,6 e 2,93 na escala Gothe e Borsato (2013) que observou valores de 0,92 a 11,27 na escala Gothe.

2.7.8 Hidroximetilfurfural

O hidroximetilfurfural (HMF) tem assumido importância no controle da qualidade do mel, sendo um composto que resulta na quebra de açúcares tais como glicose e frutose, em meio ácido. Pode-se afirmar ainda que o HMF é um indicador de deterioração do mel, podendo-se detectar através deste, méis envelhecidos (SPANNO et al., 2006; FINOLA et al., 2007).

Quando o mel é colhido e rapidamente analisado a concentração de HMF às vezes pode não aparecer, se mostrando ausente (zero) no produto analisado; mais sua concentração tende a crescer com o passar do tempo por ocasião do armazenamento e temperatura que influencia aumentando seu teor. Segundo o Codex Alimentarius (2000), o HMF é um indicador excelente de frescor e pureza do mel.

O HMF é um produto formado da reação de Maillard que pode ser catalisada pela presença de ácido ou quando o mel é submetido a tratamento térmico (SILVA et al., 2016). Outros fatores que podem também contribuir para a formação de HMF, é a elevada temperatura de armazenamento, adição de adulterante de açúcares ou água, valores de HMF elevado no mel pode indicar adulteração nas seguintes escalas: com adição de açúcar comercial, estocagem inadequada ou superaquecimento (ALMEIDA-FILHO et al., 2011).

A legislação brasileira vigente determina a aceitabilidade de no máximo 60 mg/Kg de hidroximetilfurfural no mel (BRASIL, 2000), mas segundo o que preconiza o Codex Alimentarius, (2001) para a comercialização de méis de regiões tropicais admite-se HMF de até 80 mg/kg. Enquanto que para méis produzidos na Europa, o teor de HMF do mel não deve exceder 40 mg/kg (EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY, 2002).

Villas-Bôas e Malaspina (2005) indicam para HMF de méis de meliponíneos valor máximo de 40 mg/kg, porém Camargo et al (2017) sugere regulamento com valor de no máximo de 20 mg/kg.

Soares et al. (2010) avaliando a qualidade físico-química de méis silvestres comercializado no município de Apodi-RN verificaram HMF elevados em todos os méis analisados variando entre 70,65 e 150,27 mg/kg. Por outro lado, Richter et al. (2011) avaliando a qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS verificaram que apenas 5,2% das amostras analisadas apresentaram concentração superior a aceita pela legislação. Boussaid et al (2014), avaliando as propriedades físico-químicas de seis amostras de mel de várias origens florais da Tunísia, detectaram variação de HMF de 12,07 a 27,43 mg/kg. Já Souza et al. (2009) verificaram HMF em mel de abelhas do gênero *Melipona subnitida* produzidos na Bahia, variando de 0,0 a 60,2 mg/Kg e Aroucha (2012) em méis de meliponíneos oriundos do Rio Grande do Norte, cujos valores variaram de 5,9 a 22, 2 mg/Kg.

2.7.9 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) é um parâmetro a ser utilizado como forma de detectar adulteração no mel, e ainda determinar sua origem, sendo essa floral, formado de néctar (apresentando CE até 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ou não floral, de melato (apresentam valores de CE superiores a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Vale relatar que a mesma é definida também como sendo a capacidade dos íons presentes em uma solução em conduzir elétrons entre dois eletrodos. Alguns constituintes do mel aumentam a condutividade elétrica no período de estação chuvosa, logo este parâmetro pode indicar se o mel está adequado ou não para estoques de inverno pelas abelhas, caso não esteja, deixa o mel inadequado nessa estação do ano (CARVALHO et al., 2005; CAMPOS, 1998).

Vale ressaltar que a legislação brasileira não apresenta valores de referência para essa característica, mas é fixado o máximo de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pelo padrão internacional (Codex Alimentarius Commission, 2001). Este parâmetro não foi considerado pelos autores Villas-Bôas & Malaspina (2005) e Camargo et al. (2017) para mel de meliponíneos brasileiros. Da mesma forma, não foi considerado por Vit et al. (2004) quando sugeriram a classificação desse parâmetro para méis de meliponíneos da Venezuela.

Analisando as características físico-química, microbiológica e polínica de amostras de méis de *Apis mellifera* dos estados do Ceará e Piauí, Sodré (2005), encontrou valores variando de 192 a 798,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (com média de 452,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para méis do estado do Ceará e valores de 192 a 381 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (com média de 268,62 $\mu\text{S}/\text{cm}$) para méis do estado do Piauí. Já no estado

do Tocantins, Abadio-Finco et al. (2010), estudando méis de *Apis mellifera*. verificaram condutividade elétrica média de 585 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Araújo (2014) avaliando diferentes tipos de méis de meliponíneos e de *Apis mellifera* encontrou valores médios de 469,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$. e de 297,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para mel de *Melipona subnitida*. E Aroucha (2012) encontrou valores de condutividade elétrica para méis de e meliponíneos variando, de 277,4 a 611,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 377,65 a 527,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$

2.7.10 Atividade de água (A_w)

A A_w é uma forma de expressar a quantidade de água em um alimento que se encontra disponível para reações metabólicas e o desenvolvimento de microrganismos. É uma medida que informa a quantidade de água livre no alimento, e pode auxiliar na determinação da vida útil de prateleira dos méis. Os microrganismos não se multiplicam em alimentos com A_w abaixo de 0,60 (FENNEMA, 2000).

Embora a determinação da atividade de água não seja regulamentada pela legislação brasileira em vigor. Essa análise contribui juntamente com a umidade presente nos méis para assegurar sua qualidade (Camargo et al., 2017).

Silva (2015) realizando a caracterização físico-química, teor de antioxidante e perfil sensorial de méis de abelhas *Melipona subnitida* e *Apis mellifera* umidificado desumidificado encontrou valores máximos e mínimos de A_w do mel de *Apis mellifera in natura* de 0,688–0,611 respectivamente com valor médio de 0,647. Foram encontrados valores de A_w de 0,620 e 0,58 por Mesquita (2010) e Araújo (2014), respectivamente.

A atividade de água dos méis de espécies de meliponíneos da região Nordeste do Brasil, variam de 0,662 a 0,851 (SOUSA et al., 2009) e 0,57 a 0,78 (SOUSA, 2011).

2.7.11 pH

O pH é um parâmetro que se associa ao desenvolvimento de microrganismos em qualquer alimento sendo considerado um fator intrínseco do mel (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Os autores afirmam que os alimentos com acidez baixa (pH superior a 4,5) são os alimentos mais propícios à multiplicação microbiana.

O mel é um produto considerado de acidez moderada, que está relacionada a origem botânica do néctar e, condições do pH do solo (MOURA et al., 2014). Segundo Sohaimy et al. (2015) o pH do mel pode ser alterado pela oxidação dos açúcares que origina ácidos

orgânicos, e também pode estar correlacionado com o teor de minerais. Essa análise é utilizada de forma complementar para avaliar a acidez, sendo considerada como um parâmetro importante na fase de extração e armazenamento, indicando a real situação de conservação em que o mel se encontra (CORBELLA; COZZOLINO, 2006).

Não há exigência na análise de pH na avaliação de qualidade do mel pela legislação (BRASIL, 2000), no entanto Camargo et al (2017) traz em sua proposta de regulamentação para méis de meliponíneos valores que podem variar de 2,9 a 4,5.

Em sua pesquisa com mel de *Apis mellifera*, Meireles e Cançado (2016), relatam valores de pH variando de 3,84 a 4,23 com média de 3,97 que segundo eles, se mostram ácidos. Enquanto, Silva (2015) afirma em seus estudos que o mel de meliponíneos é naturalmente mais ácido do que o mel de *Apis mellifera*, observando valores de pH variando de 3,58 a 3,37 para o mel de *Melipona subnitida*.

2.8 Compostos bioativos e antioxidantes do mel

Os compostos bioativos são metabolitos sintetizados por plantas para autodefesa e outros propósitos e têm potencial para serem utilizados por seres humanos para uma variedade de aplicações. Os bioativos essenciais e não essenciais estão presentes em uma vasta gama de alimentos (como frutas, vegetais e grãos) e consumidos como parte da dieta humana (Puri et al., 2012).

Cresce a evidência que o uso de bioativos pode ajudar a promover a saúde ideal e reduzir o risco de doenças crônicas, como câncer, doenças coronárias, acidentes vasculares cerebrais e doença de Alzheimer (Biesalski et al., 2009). Os bioativos são obtidos seletivamente das plantas como produtos químicos especiais e podem ser usados como nutracêuticos, como alimentos processados para complementar uma dieta equilibrada ou como fármacos. Os compostos bioativos em plantas são tipicamente presentes em baixas concentrações (Stafford, 2002). Dentre esses se destacam os compostos fenólicos, tais como flavonoides.

2.8.1 Fenólico total

Os polifenóis são compostos químicos com diversas características estruturais fenólicas. Os mesmos foram classificados em ácidos fenólicos, flavonóides, amidas polifenólicas e outros polifenóis (TSAO, 2010). Os ácidos fenólicos são compostos polifenólicos não flavonóides divididos em dois tipos principais, ácido benzóico e ácido cinâmico (LIU E HU, 2007). Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas, em resposta a estresses causados por fatores ambientais, insetos e microrganismos (KUÇUK et al. 2007; KEUTGEN; PAWELZIK, 2007).

A concentração e o tipo de substâncias fenólicas dependem da origem floral do néctar da planta visitada pela abelha e é um dos principais fatores responsáveis pela capacidade biológica, incluindo a antioxidante, antimicrobiana, antiviral e anticarcinogênica. Realizando uma caracterização e avaliação biológica de méis comerciais. Gomes (2009) encontrou teores de fenólicos totais variando de 81,08 a 272,57 mg EAG/100g. Já Estevinho et al. (2008) encontraram teores de compostos fenólicos em mel claro mais baixo de 4,1 mg EAG/100g do que o observado em méis escuros de 13,0 mg EAG/100g.

Na região do semiárido brasileiro Araújo (2014) encontrou valores de fenólicos variando de 76,8 a 92,5 mg EAG/100g para abelha do gênero *Apis mellifera* e, de 73,1 a 109,6 mg EAG/100g para abelhas *Melipona subnitida*.

Can et al. (2015) encontraram teores de fenólicos totais de 98,26 a 105,46 mg EAG/100g em méis de abelhas sem ferrão, respectivamente. Silva et al. (2013) obtiveram teores de fenólicos totais em méis de Meliponini de 17,0 a 66,0 mg EAG/100g.

2.8.2 Flavonóides totais

Os flavonoides são considerados a maior classe de compostos fenólicos presentes nos vegetais (VIZZOTTO et al., 2010), sendo sua concentração presente tanto no néctar como no mel, é influenciada pela origem floral e pelas características climáticas da região geográfica oriunda dos méis (LIANDA, 2004). É um importante grupo de polifenóis, suas categorias estruturais de flavonóides incluem flavonas (por exemplo, apigenina, luteolina), flavanonas (por exemplo, hesperetina), catequinas (por exemplo, epicatequina, epigallocatequina-3-galato (EGCG) e antocianinas (por exemplo, cianidina) (Hendrich, 2006). Um polifenol não

flavonóide que recebeu muita atenção é o resveratrol, um polifenol de estilbeno, presente em uvas e vinho tinto com propriedades antioxidantes demonstradas (Bournival et al., 2009; Fonseca-Kelly et al., 2012).

Hertog et al. (1992) enfatizam que os flavonoides são constituintes importantes na dieta humana, embora não sejam considerados nutritivos, o interesse nessas substâncias está associado a seus possíveis efeitos benéficos à saúde humana, principalmente, as atividades antimicrobianas e anticancerígenas.

Bertoldi et al. (2012) obteve uma variação de 47,91 a 299,3 mg de EQ/100g em méis de *Apis mellifera* e Lianda (2009) obteve dados de variação de 34 a 78mg de EQ/100g. Em sua pesquisa Araújo (2014) verificou que os méis de meliponíneos apresentaram teores de flavonóides bem inferiores aos méis de *Apis mellifera* com médias de 2,2 EQ/100g e de 13,1 EQ/100g respectivamente.

2.8.3 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante do mel Está relacionada ao seu conteúdo de flavonóides e polifenóis. O mel, a própolis e a geléia real são alimentos funcionais com compostos fenólicos coletados pelas abelhas das plantas onde eles acumulam néctar. Além dos açúcares, o mel contém muitos componentes menores com atividade antioxidante, dentre os quais aminoácidos e proteínas, carotenos, compostos fenólicos e flavonóides, ácido ascórbico e ácido orgânico (EREJUWA et al., 2012).

Alzahrani et al. (2012) propôs que a capacidade antioxidante é composta principalmente por polifenóis e de flavonóides que contêm. O mesmo autor afirma que existe uma alta correlação entre os polifenóis e a capacidade antioxidante do mel. Isso foi demonstrado em mel de diferentes origens florais, geográficas e entomológicas (PÉREZ et al., 2007; PERSANO ODDO et al., 2008; RODRÍGUEZ-MALAVAR et al., 2009; RODRÍGUEZ et al., 2012). Plantas diferentes propiciam variações no tipo e quantidade de compostos fenólicos em mel (BLUM, 1996).

As propriedades terapêuticas, antioxidantes e antibacterianas dos tipos de méis sejam eles de *Apis mellifera* ou de abelhas de gêneros de meliponíneos vêm sendo bastante estudadas (AROUCHA, 2012; MEDA et al., 2005; LIANDA, 2009; PEREIRA, 2010;

OLIVEIRA et al., 2012; MESQUITA et al., 2012; NAGAI et al., 2006; BRUDZYNSKI; KIM, 2011; ARAÚJO 2014). É muito importante detectar as substâncias antioxidantes presentes nos méis o que assegura a qualidade e o possível potencial terapêutico dos produtos, que uma vez evidenciada pode agregar valor ao produto (PEREIRA, 2010, MEDA et al., 2005; LIANDA, 2009; AROUCHA, 20012; TSIAPARA et al., 2009).

A atividade sequestrante do radical livre DPPH foi expressa em termos de CE ou IC₅₀ (concentração mínima para o antioxidante reduzir 50% da concentração inicial do DPPH). Sendo assim quanto menor o valor do IC₅₀, maior se torna a capacidade antioxidante das substâncias que estão presentes nas amostras (MEDA et al., 2005).

Aroucha (2012) trabalhando com os méis de *Apis mellifera* do Rio Grande do Norte verificou que os mesmos apresentaram maior atividade antioxidante do que méis do gênero *Melipona*. Guerriniet al. (2009) estudando as propriedades funcionais de méis de diferentes abelhas sem ferrão (meliponíneos) da região amazônica do Equador e comparados com méis comerciais de *Apis mellifera*, observaram que os méis das abelhas sem ferrão apresentaram maior capacidade antioxidante (mais de 88 % de inibição do radical DPPH) em comparação aos méis de *Apis* (inibição do radical DPPH variando de 30 a 40 %).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Este trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros de qualidade físicos químicos e as propriedades antioxidantes de mel de abelha *Apis mellifera* coletados em casas de méis do território sertão do Apodi - RN e, depois de submetidos ao processo de alimentação para abelhas *Melipona subnitida*.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar as características fenólicas e antioxidantes dos méis de *Apis mellifera* coletados nas casas de méis e coletado após o processo da alimentação para abelhas de *Melipona subnitida*.

Induzir o mel de *Apis mellifera* em ninho de abelhas Jandaíras (*Melipona subnitida*) para posterior monitoramento das alterações das características físico-químicas e antioxidantes desse mel depois do processo de indução e mistura com o néctar do forrageamento.

4. MATERIAIS E METÓDOS

O estudo foi realizado com méis oriundos de casas de méis do território da cidadania Sertão do Apodi, que é uma divisão de municípios realizada pelo projeto “DOM HELDER CÂMARA” em parceria com o MDA- Ministério do Desenvolvimento Agrário. Localizado no Médio Oeste Potiguar do estado do Rio Grande do Norte, como mostra o mapa abaixo este território é composto pelos municípios: Apodi, Caraúbas, Governador Dix Sept Rosado, Felipe Guerra, Upanema, Augusto Severo, que hoje se chama Campo Grande, Paraú, Triunfo Potiguar, Janduís, Patu, Messias Targino, Rafael Godeiro, Olho D’água dos Borges, Umarizal, Itaú, Severiano Melo, e Rodolfo Fernandes, com uma área de 8.297 km² apresentando uma população com aproximadamente 50 mil habitantes, esta região caracteriza-se como um território tipicamente rural e apresenta um alto potencial para a apicultura/meliponicultura (PTDRS, 2010). Vale ressaltar que não houve coleta de amostras de méis em todos os municípios do território devido à falta deste produto por consequência da estiagem prolongada que assola essa região.

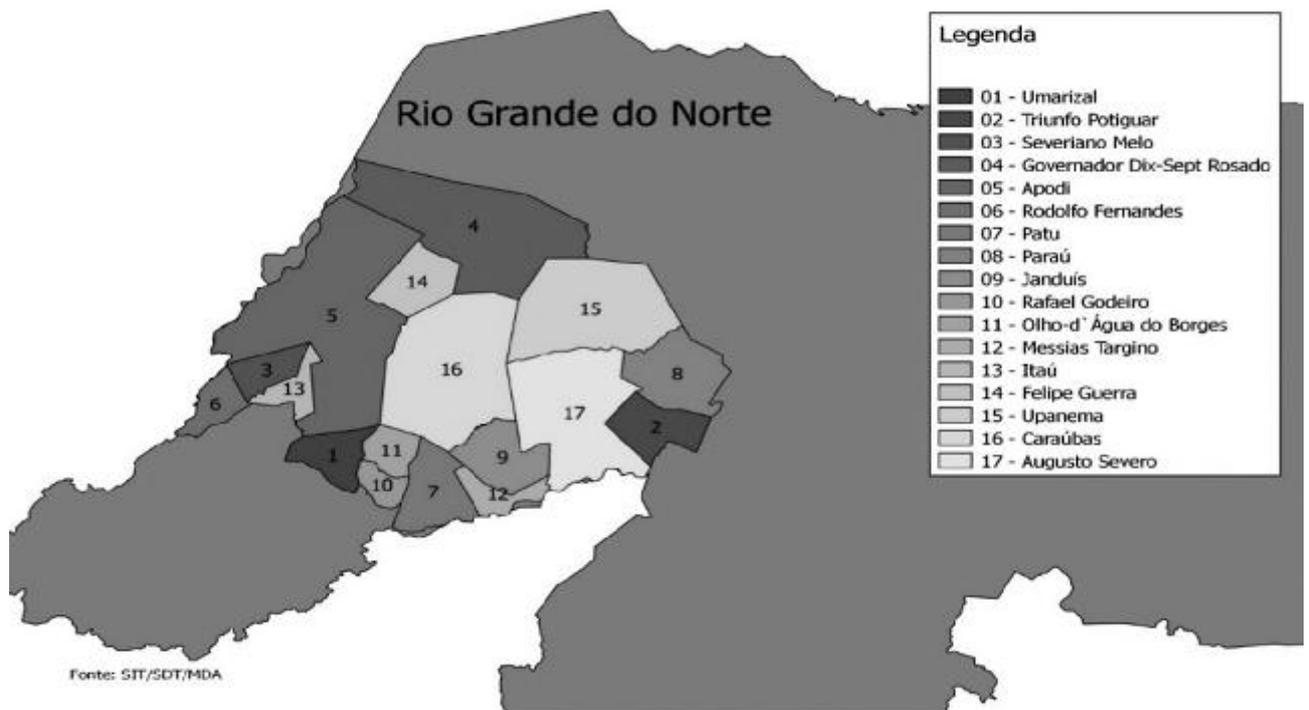


Figura 01: Mapa dos municípios do território sertão do Apodi, locais das amostras coletadas.

O trabalho consistiu de dois experimentos. No experimento I, as amostras de méis de *Apis mellifera* foram coletadas no intervalo de dois anos totalizando duas coletas, uma no ano de 2016 e uma no ano de 2017 dos 09 municípios que ainda produziram méis. A coleta foi realizada nos locais de Unidade de Extração de Produto Apícola –UEPA, que são locais de colheita deste produto.

As amostras coletadas foram acondicionadas em recipientes fechados com volume de 500 g de mel e transportadas para o laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), campus de Mossoró-RN, para análise físico-química. Apenas duas unidades eram certificadas, sendo uma delas registrada no órgão IDIARN- instituto de defesa agropecuária do Rio grande do Norte e outra pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), localizadas no município de Apodi-RN e no município de Caraúbas – RN respectivamente.

Todas as amostras de méis coletadas foram provenientes de abelhas *Apis mellifera*, a predominâncias florais foram declaradas subjetivamente pelos próprios produtores e as amostras sem declaração de predominância floral foi classificada como silvestres. A cada amostra foi atribuída um código de letras com as iniciais do nome da localização rural do município de coleta ou com o do próprio município, sendo que no município de Apodi (SM- Sitio Melancias, SC- Sitio Córrego, PAM - Projeto de Assentamento Milagre, SR - Sitio Santa Rosa), no município de Severiano Melo (SA- Sitio Santo Antônio), no município de Caraúbas (PSA - Projeto de Assentamento Santa Agostinha), no município de Itaú (SCR - Sitio Currais), no município de Umarizal (PAR - Projeto de Assentamento Remédio), no município de Campo Grande (SCG - Sitio Campo Grande), no município de Governador de Sept Rosado (PAG - Projeto de Assentamento Governador), no município de Felipe Guerra RN- Sitio Rio Novo), e no município de Janduis (SAJ - Sitio Arrimo Janduís). Cada município do local de coleta foi localizado sua coordenada geográfica bem como os tipos de solos que conseqüentemente proporciona diferentes tipos de floradas e posteriormente diferentes tipos de méis (Tabela 1).

Tabela 1. Predominância floral dos méis e características geográficas dos locais de coleta das amostras avaliadas.

Florada Predominante declarada pelo produtor.	Origem Geográfica	Precipitação Anual do ano de 2016 (mm)	Temperatura média anual (°C)	Característica do solo (PTDRS,2010)
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>) Velame (<i>Croton campestres</i>) Cabeça de velho (<i>Borreria verticillata</i>) Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>)	Apodi (05°61'44"S) (37°81'55" O)	484,2	28.1°C	Alta fertilidade, argiloso textura média.
Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) Velame (<i>Croton campestres</i>) Cabeça de velho (<i>Borreria verticillata</i>)	Severiano Melo (05°50'49 " S) (37°56'30" O)	367,4	36,0 °C	Fertilidade média a alta, textura arenosa / argilosa, bem drenada,
Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) Velame (<i>Croton campestres</i>) Cabeça de velho (<i>Borreria verticillata</i>)	Caraúbas (05°40'47"S) (37°41'29"O)	610,0	36,0 °C	Fertilidade média a alta, textura média, argila / arenosa.
Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) Velame (<i>Croton campestres</i>) Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>)	Itaú (05°50'49"S) (38°06'06"O)	490,0	30,0 °C	Fertilidade alta, textura arenosa e / ou média.
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>) Cabeça de velho (<i>Borreria verticillata</i>)	Umarizal (06°0'07"S) (37°49'06"O)	665,5	36,0 °C	Fertilidade alta, textura média acentuadamente drenada,
Silvestre	Campo grande (05°55'51"S) (37°21'25"O)	490,9	36,0 °C	Fertilidade alta, textura média.

Catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>) Cabeça de velho (<i>Borreria verticillata</i>)	Govenador de Sept Rosado (05° 27 32"S) (37°31' 15"O)	256,9	27,4°C	Fertilidade alta, textura argilosa, moderada.
Silvestre	Felipe Guerra (05°36'10,8" S) (37°41'20,4" O)	51,0	27,8°C	Alta fertilidade, argiloso textura média.
Silvestre	Janduís (06°0'47"S) (37°28'27"O)	36,8	36,0 °C	Fertilidade alta, textura média, acentuadamente drenada.

O experimento II foi realizado no meliponário na UFERSA (Lat:5°12'13" e Log:37° 19'44") com delineamento em blocos casualizados (DBC) onde cada três caixa era um bloco. Este experimento consistiu em alimentar artificialmente abelhas de *Melipona subnitida* com mel de abelha do gênero *Apis mellifera* coletado no experimento I, devidamente homogeneizado. Para isto, procedeu-se a seleção de seis caixas com abelhas jandaíra, sendo que, três representaram o tratamento com alimentação artificial e três caixas o tratamento testemunha (sem fornecimento de mel de *Apis*), onde foi coletado mel natural de jandaíra.

Antes de alimentar as colônias do tratamento, cerca de três potes com mel de jandaíra naturais existentes nas colônias foram demarcados e mantidos, para garantir a alimentação das abelhas Melíponas. E, nesses potes os méis não foram coletados durante o experimento. Nas caixas foram colocados pólen e cera para futuras construções de novos potes de armazenamento de mel pelas abelhas. Após cinco dias desse procedimento foi realizada a coleta de mel dos novos potes e, paralelamente foi realizada a indução do alimento colocando-se em cada caixa (ou colônia), um pote de plástico com capacidade de (100 ml), previamente homogeneizado, o alimento foi servido dentro das colônias distante do disco de cria das mesmas. A partir desse período, continuaram-se as coletas de méis em intervalo de cinco dias até 30 dias. A cada período de colheita (cinco em cinco dias) era repostado a alimentação com

mel de *Apis*. Esse intervalo de cinco dias foi escolhido em função do tempo gasto de consumo de alimentos pela abelha *Melipona subnitida* realizado em um teste de alimentação preliminar.

No tratamento testemunha, as três caixas, contendo uma colônia por caixa de abelha *Melipona*, foi realizado o mesmo procedimento para as caixas das abelhas alimentadas artificialmente, com exceção do mel de *Apis*, que não foi colocado nas caixas. A colheita de amostras de méis, natural de *Melipona subnitida*, ocorreu, também, em intervalo de cinco dias durante 30 dias.

As amostras de méis foram acondicionadas em recipientes com capacidade de 300 ml e transportadas para o Laboratório de Engenharia de Alimentos da UFERSA para análises das características físico-químicas e propriedades antioxidantes com o intuito de avaliar as diferenças provocadas pela abelha Jandaíra no mel de *Apis mellifera*.

4.1 Análises físico-químicas e sensorial

Os parâmetros físico-químicos e sensoriais foram avaliados em duplicata e após o conhecimento dos mesmos foi realizada uma comparação com os parâmetros estabelecido na legislação, tomando como base a instrução normativa de nº 11 de 20 de Outubro de 2000, conforme a cor, maturidade, pureza e deterioração.

4.1.1 Parâmetro de qualidade sensorial

4.1.1.1 Cor

A cor das amostras de méis foi determinada em espectrofotômetro em comprimento de onda de 560 nm (Abs560), utilizando a glicerina pura como branco. A amostra foi colocada em cubetas de quartzo sem diluição e foi realizada a leitura e os valores encontrados no processo de absorvância foram transformados em cor podendo ser expressa em mm de acordo com a escala de Pfund (BRASIL, 2000), conforme tabela abaixo.

Tabela 2. Escala de cores de Pfund para classificação de méis.

Cor	Escala Pfund (nm)	Faixa de Cor: Absorbância
Branco água	1 a 8	0.030
Extra branco	8 a 17	0.030-0.060
Branco	17 a 34	0.060-0.120
Extra âmbar claro	34 a 50	0.120-0.188
Âmbar claro	50 a 85	0.188-0.440
Âmbar	85 a 114	0.440-0.945
Âmbar escuro	>114	>0.945

Fonte: Marchini et al. (2004)

4.1.2 Parâmetros de qualidade físico-químicos associados á maturidade

4.1.2.1 Umidade

A umidade das diferentes amostras de méis foi determinada por um refratômetro manual SAMMAR, modelo RT- 90ATC, segundo o Método Oficial (A.O.A.C, 1997). O referido aparelho dispõe de uma escala, que expressa os resultados em % (p/p).

4.1.2.2 Açúcares redutores (AR)

Os açúcares redutores (%) foram determinados pelo método “Lane e Eynon” que envolve a redução de Fehling, modificada por Soxhlet. Para isto, foi pesado 2 g da amostra de mel em becker de 50 mL realizando a dissolução com água destilada e completou-se o volume para 200 mL em um balão volumétrico. Foram retirados 50 mL desta solução e completou-se o volume com água destilada para um balão volumétrico de 100 mL. Para a posterior titulação foram utilizadas duas soluções previamente preparadas, A e B (sulfato de cobre penta-hidratado e tartarato de sódio e potássio tetra-hidratado). Preparou-se o licor de

felling adicionando em Erlenmeyer, cerca de 5mL da solução “A”, 5 mL da solução “B” e 20 mL de água destilada.

Durante o processo de titulação, uma alíquota de 10 mL da solução diluída de mel foi retirada com auxílio de uma bureta e adicionada ao licor de Soxhlet em Erlenmeyer. Esta mistura foi aquecida e quando entrou em ponto de ebulição pode-se adicionar 1mL de solução de azul de metileno a 0,2 %. Por conseguinte, prosseguiu-se a titulação com a solução diluída de mel, que foi interrompida ao ponto que o indicador descoloriu. Os teores de açúcares foram calculados utilizando solução padrão de glicose (5g de glicose diluída em 200mL de água destilada), seguindo mesmo procedimento da titulação para as amostras de méis. A Equação 1 abaixo foi utilizada para o cálculo dos açúcares redutores:

$$C = 100 \times f \times A \times B / b \times P \times Y \quad (1)$$

Onde:

C = g de açúcares redutores em 100 g de mel

f = g de açúcares invertido correspondente a 5 mL da soluções de Fehling “ A e B”

B = Volume do balão da solução diluída da amostra

b = Volume pipetado para o balão da solução diluída da amostra

P = g da amostra

y = mL da solução diluída da amostra.

4.1.2.3 Sacarose Aparente (SA)

A determinação de sacarose aparente foi realizada concomitantemente com a determinação dos açúcares redutores. Para isso, foi transferido para um balão volumétrico (capacidade de 100 mL) uma alíquota de 50 mL da solução diluída de mel, adicionando-se 03 gotas de HCl concentrado. Esta foi para o banho Maria a 80°C por 30 min. e após resfriada na bancada, acrescentou-se 1,5 mL de NaOH 1N mol.L⁻¹ e completou-se o volume com água destilada. A determinação do teor de sacarose seguiu o mesmo procedimento usado para açúcares redutores. O valor encontrado refere-se ao teor de açúcares redutores totais, sendo utilizada a Equação 2 para calcular o teor de sacarose aparente do mel.

$$SA (\%) = (ART - AR) \times 0,95 \quad (2)$$

Onde:

SA (%) = Sacarose Aparente;

ART (%) = Açúcares Redutores Totais;

AR (%) = Açúcares redutores.

4.1.3 Parâmetros de qualidade físico-química associada á pureza

4.1.3.1 Sólidos insolúveis em água

Determinou-se o teor de sólidos insolúveis no mel por gravimetria de acordo com o método sugerido pelo Codex Alimentarius Commission (1990), que se fundamenta na insolubilidade de cera, grãos de pólen e outros componentes normais do sedimento do mel. Neste procedimento foram diluídos 20g de mel em água destilada a 80°C e em seguida foi realizada a filtração em papel de filtro previamente tarado, o papel filtro foi devidamente lavado com água destilada a 80°C até ficar livre dos açúcares. Após a lavagem o papel foi conduzido à estufa a 135°C onde permaneceu pelo tempo de 1 hora, foi retirado da estufa e colocado para esfriar em dessecador e em seguida pesado. Os resultados foram calculados através da Equação 3:

$$\text{Sólidos insolúveis (\%)} = (P \times 100) / P' \quad (3)$$

onde:

P: Massa em gramas de insolúveis (diferença de peso no papel)

P': Massa em gramas da amostra utilizada

4.1.3.2 Teor de Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pelo método de calcinação em mufla a 550°C até o alcance de um peso constante (PREGNOLATO, 1985), que é fundamentado na perda de

massa que ocorre quando um produto passa pelo um processo de incineração até no máximo a 550°C, com a completa destruição da matéria orgânica, sem haver a decomposição dos constituintes minerais. O procedimento consistiu em pesar 1g da amostra de mel em cadinho previamente tarado, totalmente livre de umidade, que passou por um processo de aquecimento sobre uma tela de amianto até que o mel ficasse completamente queimado obtendo-se uma posterior massa endurecida. Posteriormente o cadinho contendo a amostra foi transportado para mufla sendo aquecido a uma temperatura de 550°C por um período de tempo de 3 horas. Percorridas essas horas o cadinho foi retirado da mufla e levado para um dessecador, onde permaneceu até alcançar o resfriamento. Finalmente os cadinhos foram pesados e o teor de cinzas foi obtido através da Equação (4):

$$\text{Teor de Cinzas (\%)} = \text{MCC} - \text{Massa do cadinho} / \text{Massa da amostra} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

MCC= Massa do cadinho com cinzas decorrente da calcinação

4.1.4 Parâmetros de qualidade físico-química associados a deterioração

4.1.4.1 Acidez titulável

Para a acidez titulável foi utilizado o método recomendado pela Association of Official Analytical Chemists (1990) que toma como base a neutralização da solução de mel que se encontra ácida, utilizando uma solução de hidróxido de sódio. No seguinte procedimento foi diluída a quantidade de 10 g de mel em um total de 75 mL de água destilada, em seguida foi realizada a titulação com hidróxido de sódio 0,05 mol/L onde a mesma é interrompida quando a solução atingiu um pH 8,5. O valor da acidez (miliequivalente de ácido por kg de mel) foi determinado usando da Equação (5):

$$\text{Acidez livre (meq/kg)} = \text{Volume gasto de NaOH (mL)} \text{ utilizado na bureta} - \text{mL branco} \times 50 \quad (5)$$

4.1.4.2 Atividade Diastásica

A atividade diastásica foi determinado de acordo com o método oficial (AOAC, 1990). Dissolveu-se 10 g de mel em 5 mL de solução tampão acetato pH 5,3 e 20 mL de água destilada. Em um balão volumétrico de 50 mL, colocou-se 3mL de solução de cloreto de sódio 0,5 M e a solução de mel, e completou-se o volume com água destilada. Transferiram-se 10 mL desta solução para dois balões volumétricos de 50 mL (balão I = solução de referência; balão II = solução amostra) que foram colocados num banho a 40 °C, juntamente com a solução de amido.

Ao decorrer 15 minutos no banho, foram adicionados 5mL de água destilada ao balão I e 5 mL de solução de amido ao balão II. Em intervalos de tempo de 5 minutos, realizou-se a transferência de 1 mL dos balões I (referência) e II (amostra) para balões volumétricos de 50 mL que continham 10 mL de solução de iodo 0,0007 N e 35 mL de água destilada. Leu-se a absorbância da solução amostra (balão II) a 660 nm, usando como branco a solução referência (balão I), num espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G.

A absorbância da amostra foi lida decorrendo o tempo de 5 em 5 minutos, até que pudesse se atingir um valor inferior a 0,235. Para determinação do tempo em que a absorbância atingiu esse valor, efetuou-se um gráfico de absorbância em função do tempo. Os resultados foram expressos em graus Gothe. A atividade diastásica foi determinada de acordo com a Equação 6 abaixo:

$$\text{Atividade Diastásica} = 300/\text{tempo}_{(Abs\ 0,235)} \quad (6)$$

4.1.4.3 Hidroximetilfurfural (HMF)

O teor de HMF foi determinado seguindo a metodologia da AOAC (1990). Sendo dissolvidos 5 g de mel em uma quantidade de 25 mL de água destilada, que é transferida para um balão volumétrico de 50 mL, onde posteriormente foi adicionado 0,5 mL de solução Carrez I (15g de ferrocianeto de potássio em 100 mL de água destilada) e 0,5 mL de solução Carrez II (30 g de acetato de zinco em 100 mL de água destilada) sendo o volume completado com água destilada. Após esse processo esta solução é filtrada, e os primeiros 10 mL foram rejeitados para que pudesse ser recolhida a alíquotas de 5mL para dois tubos de ensaio. Em

um dos tubos foi adicionado 5 mL de água destilada (solução amostra) e em outro 5 mL de solução de bissulfito de sódio 0,2% (controle). Depois disto conclui-se a análise realizada a leitura da absorbância das soluções a 284 e 336 nm em espectrofotômetro. Por fim o valor de HMF foi determinado de acordo com a Equação 7:

$$\text{Teor de HMF (mg/kg)} = (\text{Abs}_{284} - \text{Abs}_{336}) \times 149,7 \times 5 / \text{MA} \quad (7)$$

Onde:

MA= Massa da amostra para o parâmetro avaliado.

4.1.5 Parâmetros de qualidade físico-químicos não exigidos pela legislação

4.1.5.1 Atividade de água (aw)

A atividade de água (A_w) foi determinada com auxílio do aparelho eletrônico ITK Wuxi Hake Apparatus, modelo HD-3A, previamente calibrado com solução de cloreto de sódio. Em seguida foi adicionado 7,5 mL de mel em uma placa de petri, e após foi realizada a leitura no aparelho, que utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho da amostra.

4.1.5.2 pH

Para a medida de pH utilizou-se o método sugerido por Moraes e Teixeira (1998), que preconiza a diluição de 10 g da amostra em 75 mL de água destilada, utilizando um bécker de 100 mL, para posterior leitura direta com medidor de pH Tecnal modelo Tec-3MP previamente calibrado com solução tampão (pH=4,0 e 7,0).

4.1.5.3 Condutividade Elétrica

Para este parâmetro foram realizadas medidas com auxílio de um condutivímetro da marca Tecnopone modelo mCA 150. Onde o eletrodo do condutivímetro, que já se encontrava estabilizado, pode ser introduzida em um bécker contendo a solução de mel obtida por meio do processo de diluição de 10 g da amostra de mel em uma quantidade de 50 mL de água destilada, realizando-se por fim a leitura em Microsiemens (μS).

4.2. Compostos bioativos e antioxidantes do mel

4.2.1 Fenólicos totais equivalentes a ácido gálico

Esta análise foi realizada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton & Rossi (1965), diluindo 5 g de mel em 50 mL de água destilada. Da solução de mel (0,1g/mL) foi retirada uma alíquota de 0,5 mL para poder ser misturada a 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, decorrido o tempo de 5 minutos foi acrescentado 2 mL de carbonato de sódio (75 g/L). Após 2 horas, a absorbância foi medida com auxílio de um espectrofotômetro do tipo Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 760 nm contra um branco (metanol), de acordo com o método descrito por Meda et al. (2005). Para a realização dos cálculos de fenólicos totais, foram atribuídos os dados a uma curva padrão de ácido gálico (20 a 200 mg/L), onde os resultados serão expressos em mg de ácido gálico (AG)/100g de mel.

4.2.2 Flavonóides totais equivalente a quercetina

Determinou-se conforme metodologia descrita por Meda et al. (2005) e Ahn et al. (2007), com devidas adaptações. Para isto, foi feita uma solução de cloreto de alumínio a 2 %, totalmente diluída em metanol. Foram adicionados 5mL de cloreto de alumínio (2 %) ao mesmo volume de uma solução de mel (0,02 mg/mL). A absorbância foi lida com o auxílio de espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em um comprimento de onda de 415 nm, decorrido o tempo de 10 minutos utilizando o metanol como branco. Uma curva de quercetina (5 a 50 mg/L) foi usada como padrão na obtenção dos resultados. E por fim, o conteúdo de flavonóides foi expresso em mg de quercetina (QE)/100g de mel da amostra.

4.2.3 Atividade Antioxidante

A determinação da atividade antioxidante dos méis foi realizada com o uso do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), conforme modificações feita por Meda et al. (2005). Na presença de um antioxidante, a coloração púrpura do DPPH decai, e a mudança de absorbância pode ser lida através de um espectrofotômetro. As soluções estoque de mel (100 mg/mL) e de DPPH (0,02 mg/mL) foram diluídas em metanol. A partir da solução

estoque de mel fez-se cinco diluições (100, 75, 50, 25 e 10 mg/mL do mel) para fornecer a faixa de melhor atividade. Das soluções obtidas de cada diluição foi retirada uma alíquota de 0,75 mL, em cubeta e acrescentado 1,5 mL da solução de DPPH, depois de misturado foi deixado por 15 minutos à temperatura ambiente, no escuro. Todas as determinações foram realizadas em duplicatas. As leituras das soluções foram realizadas com auxílio de um espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em um comprimento de onda de 517 nm. O branco utilizado foi 0,75 mL de metanol e 1,5 mL da solução de DPPH. A atividade antioxidante foi expressa em valores de concentração efetiva em 50% do total do efeito (CE₅₀), através do gráfico que relaciona o percentual de atividade com a concentração da substância ensaiada.

Dessa forma a atividade antioxidante dos méis foi expressa considerando o percentual de inibição do radical DPPH, calculado conforme Equação 8.

$$\text{Inibição (\%)} = [(\text{Absorbância Branco} - \text{Absorbância Amostra}) / \text{Absorbância Branco}] \times 100$$

(8)

4.3. Análises dos dados

Para a análise dos dados do experimento foi utilizado o delineamento experimental do tipo inteiramente casualizado, analisando amostra de méis do território sertão do Apodi com os tratamentos de casas de méis certificada com casas não certificadas, e ainda no experimento 2 com tratamento de amostras de méis modificados e natural de *Apis* e *Melipona*. Em seguida os devidos dados foram tabulados em planilha digital utilizando o software Microsoft Office Excel[®], em sua versão 2013 e posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias através do teste de student para os tratamentos do experimento I e Tukey ao nível de 5% de significância para o experimento II respectivamente, foi utilizado o software estatístico Statistic.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve variação na composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. coletadas nas casas de méis (UEPA) do território sertão do Apodi bem como também houve variação para o mel natural e o mel colhido depois de utilizado como alimento para abelha do gênero *Melipona subnitida* (Tabela 3; 4; e 5 e 6; 7; e 8 respectivamente). As discussões foram alicerçadas na legislação brasileira que estabelece para o controle de qualidade, do mel floral e mel de melato de *Apis mellifera*, a análise sensorial (Cor) e físico-química: maturidade (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente), pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas) e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural) (BRASIL, 2000).

5.1. Qualidade físico-química associada à maturidade de amostras de méis do Território Sertão do Apodi

Não houve diferença estatística entre as amostras avaliadas do tratamento de casas de méis não certificada quanto á maturidade (Tabela 03). O teor de umidade variou de 16,50 % a 18,40 %, para as amostra do devido tratamento e de 17,0 a 18,0 % para as amostra de casa de méis certificadas.

Pelos valores obtidos, verifica-se que todas as amostras, enquadram nos padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente (máxima 20 %). A média abaixo de 20 % de umidade é considerada ótima para a conservação, e é um parâmetro de grande importância durante o armazenamento do produto, pois condições de alta umidade favorecem o processo de fermentação e conseqüente deterioração do produto (RODRIGUES et al 2002). Resultados superiores foram detectados em mel de *Apis mellifera* por Oliveira e Santos (2011) que encontraram umidade média para méis provenientes do Ceará de 18,7 % e 19,07 %. E valores aproximados respectivamente foram encontrados por Abadio-Finco et al. (2010) e Santos e Oliveira (2013) de 18,22 % e 16,2 %, em méis de *Apis mellifera*, respectivamente.

Os açúcares redutores não diferiram entre as amostras de méis das casas avaliadas (Tabela 03). Os valores médios de açúcares redutores obtidos para todas as amostras de mel de *Apis mellifera* nas duas casas avaliadas (certificadas e não certificadas) ficaram dentro do recomendado pela legislação brasileira para mel floral (mín. de 60 %) (BRASIL, 2000). Com médias de 73,48 % para os méis de casas não certificadas e de 73,06 %, esses valores ficaram

próximos aos encontrados por Barros et al. (2010) para mel de *Apis mellifera*, cujos valores médios para açúcares redutores foram 71,67 %. Segundo Bogdanov et al. (2004) os açúcares redutores indicaram a importância da análise do conteúdo de carboidratos servindo como um indicador para qualificar a diferença entre mel floral e mel de melato. Porém, Mendonça et al (2008) afirmam que valores abaixo de 65 % podem ser um indicativo um mel não amadurecido para colheita, o que não ocorreu em nenhuma das amostras já que todas se sobrepôs a esse resultado, os resultados deste parâmetro indica também que as amostras de méis avaliadas dos dois tratamentos se caracterizam como um mel do tipo floral.

Tabela 03. Teores de Umidade, Açúcares redutores (AR) e Sacarose Aparente (SAC) de amostras de méis coletadas no território Sertão do Apodi.

Parâmetros	AMNC (n=20)	AMC (n=04)	Legislação Brasileira (2000)
Umidade (%)	17,65 ± 0,60 ^a (16,50 – 18,40)	17,30 ± 0,47 ^b (17,0 - 18,0)	≤ 20,0
Açúcares redutores (%)	73,48 ± 2,61 ^a (69,39 – 80,90)	73,06 ± 1,54 ^a (71,64 - 74,71)	≥ 65
Sacarose (%)	4,27 ± 2,74 ^a (0,69 – 9,40)	0,63 ± 0,51 ^b (0,19 - 1,30)	≤ 6,0

* Os valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de student a 5% de probabilidade. *AMNC= amostras de casas de méis não certificada; AMC= amostras de casas de méis certificada.

Houve diferença estatística no teor de sacarose aparente entre o grupo de amostra certificada e não certificada, sendo que os valores médios obtidos para os méis de casas de mel não certificadas foram superiores aos valores médios das amostras de casas certificadas com média de 4,27 % e 0,63 % respectivamente (Tabela 03). Não obstante, todas as amostras ficaram dentro dos padrões estabelecidos para o mel de *Apis* (máximo de 6 % para mel floral), exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2000).

Autores afirmam que elevados teores de sacarose pode ser um indicativo de adulteração por adição de xarope de sacarose parcialmente invertida e/ou indicar uma colheita em condições prematura do mel, onde não houve o convertimento de parte da sacarose presente no néctar, pela invertase, em glicose e frutose (BORSATO, 2013; VARGAS, 2006; CRANE, 1985). Tomando como base as informações dos autores pode-se afirmar que não ocorreu colheita prematura e não houve caso de adulteração nas presentes amostras dos tratamentos.

Oliveira e Santos (2011), verificaram variação nos teores de sacarose entre méis de diferentes espécies, com variação de 0,49 a 3,63 % em méis de *Apis mellifera*, Sakamoto et al (2005) encontraram valores médios de sacarose aparente de $3,03 \pm 2,41$ % para méis de *Apis mellifera* em Mossoró e Sodré et al (2007) verificaram as características físico-químicas de amostras de méis de *Apis mellifera* coletadas em cidades do Estado do Ceará e obtiveram uma média de 2,71 % de sacarose variando de 0,16 a 7,63 %.

5.2. Parâmetros de qualidade físico-química associada à pureza de amostras de méis do Território Sertão do Apodi

Não houve diferença estatística entre o teor de sólidos insolúveis nos méis das casas não certificada e certificada (Tabela 04). A legisla o brasileira preconiza que os valores de sólidos insolúveis não devem ultrapassar a quantidade de 0,1 g /100g para o mel colhido sobre o processo de centrifuga o, no entanto o mel colhido prensado pode tolerar 0,5g /100g (BRASIL 2000).

Valores acima do permitido são indicativos de possíveis falhas ou uma explora o mais elevada de boas práticas de fabrica o (BPFs) no momento da colheita nas casas de méis. Para Silva et al (2006). Os sólidos insolúveis indicam impurezas presentes nos méis, associados principalmente à presença de partes das abelhas (patas e asas) bem como cera, poeira e pedaços de madeira. Valores superiores ao encontrado neste trabalho foram relatados por Oliveira e Santos (2011) cujo teor de sólidos insolúveis variou de 0,46 a 1,55 %. No entanto os valores foram muito próximos aos encontrados por Silva (2015) em méis de *Apis mellifera in natura* cujo teor médio foi de 0,44 g /100g.

Pode-se observar segundo os valores do parâmetro que algumas amostras das casas de méis não certificadas ficaram acima do exigido pela legisla o, fato este, que também ocorreu para as amostras de casas de méis certificadas, no entanto com valores de médias menores,

haja vista que essas amostras dos tratamentos avaliados com valores acima do permitido se caracterizaram como mel colhido sobre processo de prensagem e não de centrifugação, ou ainda pode ser indicativo do não uso de boas práticas de fabricação (BPFs), fato que poderia ser comum nas casas de méis não certificadas mais não deveria ocorrer em casas de méis certificadas.

Tabela 04. Teores de Sólidos insolúveis e de minerais de amostras de méis coletadas no território Sertão do Apodi.

Parâmetros	AMNC (n=20)	AMC (n=04)	Legislação Brasileira (2000)
Sólidos insolúveis (%)	0,17 ± 0,28 ^a (0,01 – 0,85)	0,10 ± 0,10 ^a (0,01 - 0,21)	≤ 0,1
Cinzas (%)	0,23 ± 0,11 ^a (0,08 – 0,45)	0,14 ± 0,12 ^b (0,01 - 0,25)	≤ 0,6

*Os valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de student a 5% de probabilidade.

*AMNC= amostras de casas de méis não certificada; AMC= amostras de casas de méis certificada.

Para o teor de cinzas, verificam-se diferenças significativas entre méis das casas não certificadas e certificadas (Tabela 04). Com valores muito baixos variando de 0,08 % a 0,45 % com média de 0,23 %, as amostras de méis oriunda das casas de méis certificadas ficaram dentro do padrão bem como as amostras das casas não certificada com valores variando de 0,01 % a 0,25 % com média de 0,14 %.

De acordo com a legislação, o teor máximo de cinzas permitido para mel floral é de 0,6 %, já para mel de melato e suas misturas com mel floral, pode-se tolerar até 1,2 %. Ou seja, os valores de cinzas estão condizentes com a legislação caracterizando-se como tipo floral.

Os teores de cinzas são utilizados para determinar irregularidades como falta de higiene, decantação e/ou falta de filtração no mel após sua colheita, podendo ainda está relacionado com a sua origem geográfica e botânica e principalmente o teor de cinzas expressa a riqueza mineral do mel (SOUZA et al., 2009; EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005; MARCHINI et al., 2004). Resultados superiores ao encontrado neste trabalho foram

relatados por Oliveira e Santos (2011) com 0,25 a 0,56 % de cinzas. Já Moura e Silva (2010) obtiveram resultados inferiores variando de 0,01 a 0,03 % de cinzas.

Vale ressaltar que os presentes méis se caracterizam como um mel que foi submetido a o processo de higienização, decantação ou filtração após a colheita fato esse, que é comum em casas certificadas e não é comum em casas sem certificação, no entanto as caracterizações dos processos ocorreram nos dois tipos de méis.

5.3 Parâmetros de qualidade físico-química associado à deterioração de amostras de méis do Território Sertão do Apodi

Houve diferenças no teor de acidez livre entre as amostras das casas de méis avaliadas (Tabela 05). Os valores variaram de 33,15 a 66,30 meq.kg⁻¹ com média de 48,72 para os méis das casas de méis não certificada e variações de 48,75 a 52,65 meq.kg⁻¹ com média de 51,14 meq.kg⁻¹ para os méis das casas de méis certificadas. Neste caso, apenas o mel oriundo das casas de mel não certificada, apresentaram valores dentro dos padrões de qualidade recomendados pela legislação brasileira, (máximo de 50 meq.kg⁻¹) (Brasil, 2000).

A acidez livre do mel de abelha indica grau de deterioração do mel, teores elevados indicam indicio de deterioração no mel. Os valores encontrados foram próximos ao valor máximo detectados por Moraes et al (2014) para mel de *Apis* coletado em um dos Municípios avaliados em seu trabalho cuja variação foi de 33,45 meq.kg⁻¹ a 7,7 meq.kg⁻¹. E superiores aos encontrados por Martins et al (2013) avaliando os méis comercializado no Município de Russas-CE com variações de 68,0 a 17,0 meq.kg⁻¹.

No presente parâmetro pode-se constatar que o mel oriundo de casas não certificada se caracterizaram como mel de melhor qualidade indicando não estarem em início de deterioração, contrariamente aos méis de casas certificadas que se caracterizaram como méis que indicam grau de deterioração por estarem acima do padrão estabelecido, fato esse que não deve ser comum para estabelecimento certificado.

Tabela 05. Acidez livre, teor de HMF e atividade diastásica de amostras de méis coletadas no território Sertão do Apodi.

Parâmetros analisados	AMNC (n=20)	AMC (n=04)	Legislação Brasileira (2000)
Acidez Livre (meq.kg ⁻¹)	46,72 ± 7,89 ^b (33,15 – 66,30)	51,14±1,87 ^a (48,75-52,65)	50
HMF (mg /kg)	28,39 ±19,60 ^a (4,12 – 72,50)	19,59±3,48 ^a (15,84-22,90)	≤ 60
Atividade Diastásica (μS/cm)*	15,65 ± 4,75 ^a (9,29 – 21,94)	12,07±1,02 ^a (11.35-12,79)	≤ 8

*Valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de student a 5% de probabilidade.

*AMNC= amostras de casas de méis não certificada; AMC= amostras de casas de méis certificada.

A quantidade de hidroximetifurfural (HMF) não diferiu entre os méis das diferentes casas avaliadas (Tabela 05). A variação de 4,12 a 72,50 mg.kg⁻¹, com valor médio de 28,39 mg.kg⁻¹ para os méis de origem não certificado e de 15,84 a 22,90 mg kg⁻¹ com média de 19,59 mg.kg⁻¹ para os méis de origem certificados. Todas as amostras das casas de méis certificadas estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira de no máximo 60 mg.Kg⁻¹, no entanto para o tratamento de amostras de méis de casa não certificadas algumas amostras apresentaram-se acima do estabelecido pela legislação.

O HMF é formado durante a hidrólise ácida de hexoses, partindo de açúcares simples, tendo como base a glicose e frutose que são quebrados na presença de ácido glucônico e outros ácidos do mel (ALCÁZAR et al., 2006). Autores afirmam que o teor de HMF no mel pode ser afetado pela acidez, pH, conteúdo de água e minerais, e que sua concentração é aumentada pelas condições inadequadas de armazenamento e tratamento térmico excessivo (FALLICO et al., 2004; CHAVES; GOMES; COSTA, 2012; SOUZA et al., 2009).

De acordo com as informações pode se constatar a qualidade dos méis dos dois tratamentos para este parâmetro não havendo assim características de que as amostras de méis foram submetidas às altas temperaturas ou armazenamento prolongado não havendo assim o aumento do HMF pela quebra da glicose e frutose.

Avaliando méis de *Apis mellifera* do estado do Ceará, Oliveira e Santos (2011) relataram HMF variando de 6,08 a 194,75 mg.Kg⁻¹. Richter et al (2011), detectaram em

méis de *Apis mellifera* no estado do Rio Grande do Sul, HMF de 0,29 a 71,26 mg.Kg⁻¹. Tais valores estão próximos aos detectados para mel de *Apis mellifera* no presente estudo. Azeredo e Damasceno (1999) verificaram incremento gradativos dos valores de HMF com o tempo de armazenamento.

Não houve diferença estatística no teor de atividade diastásica entre os méis das casas avaliadas (Tabela 05). Os valores médios da atividade diastásica do mel de abelha *Apis mellifera* de origem não certificada foi de 15,6 e dos méis de origem certificada foi de 12,07. Portanto, todas as amostras se encontram acima do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira de 8,0 na escala Gothe, a mesma admite valor inferior (3,0), apenas se o teor de HMF não ultrapassar 15 mg/kg (BRASIL, 2000)

A atividade diastásica é uma característica importante na determinação da qualidade do mel, pois indica se este foi aquecido ou adulterado (LOPES, 2010; AROUCHA, 2012). Fato este que se caracteriza como que se tivesse ocorrido em todas as amostras, incluindo as de casas de méis certificadas, no entanto é preferível acreditar em outras hipóteses que não cabe entendimento no presente momento, já que o HMF esteve dentro do padrão estabelecido indicando o não aquecimento.

Torres et al (2013) trabalhando com amostra de méis de *Apis mellifera* em quatro regiões do município de Apodi encontrou a quantidade de Hidroximetilfurfural (HMF) com valores variando de 9,50 a 57,50 mg kg⁻¹, com o valor médio de 32,06 mg kg⁻¹

6. Qualidade Físico-química e sensorial de amostras de méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida*.

6.1 Qualidade sensorial

6.1.1 Cor

Os resultados para avaliação da cor das amostras de méis estão apresentados na Figura 2. A predominância de cores variou para mel de *Apis* natural (50% cor âmbar claro), mel modificado (78% âmbar escuro) e mel natural de *Melipona subnitida* (67% branco). De um total de 24, 9, e 9 amostras respectivamente. Neste caso, a alimentação das abelhas *Melipona subnitida* com mel de *Apis* apresentou semelhança apenas na porcentagem de mel com cor

âmbar (11%). Neste caso os resultados mostraram que as *Melipona* não modificaram a cor do mel de *Apis* obtendo semelhança apenas em pequena quantidade que podemos atribuir a mistura com o néctar do forrageamento ou mesmo a característica já apresentada ao próprio mel de *Apis*.

Trata-se de uma análise sensorial cuja legislação brasileira considera aceitáveis variações de branco d'água a âmbar escuro (BRASIL, 2000), o mesmo preconizado para mel de abelha sem ferrão por Camargo et al. (2017).

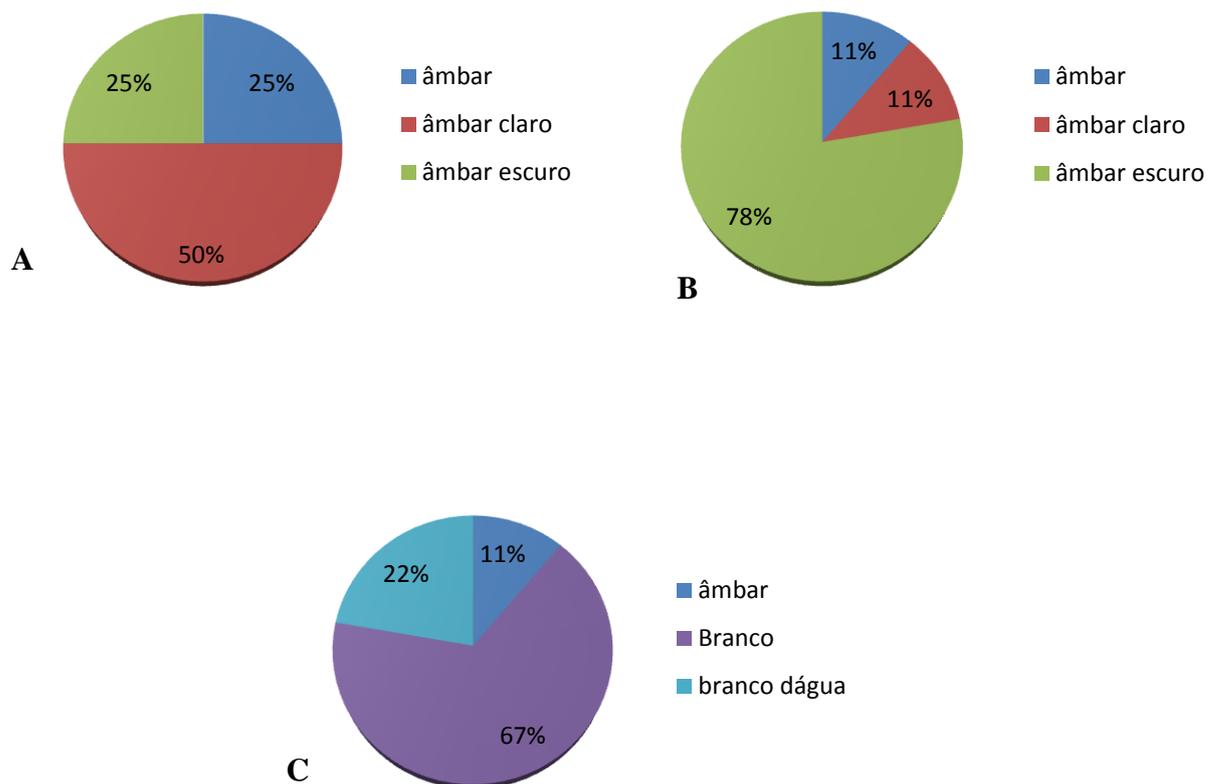


Figura 02. Escala de cores de Pfund de méis de *Apis mellifera* natural (A), mel modificado (B) e mel de *Melipona subnitida* natural (C).

Ressalta-se, portanto que as cores dos méis são bastante influenciadas pela florada que os originou, condição evidenciada no presente trabalho, haja vista que as amostras são provenientes de vários locais com diferentes floradas, as cores variaram de âmbar claro a

âmbar escuro. Seemann e Neira (1988) afirmam que a cor do mel também pode ser influenciada pelas condições climáticas durante o fluxo de néctar e a temperatura da colmeia.

Os méis durante o armazenamento escurecem isso é por consequência de um armazenamento prolongado, devido à luz, bem como também devido as possíveis reações enzimáticas, provocadas pelo ao processo de aquecimento no local de armazenamento ou mesmo no processo de colheita (SILVA, 2015). Os dados de cores deste trabalho foram muito próximos aos valores detectados por Aroucha (2012) em méis de *Apis mellifera* do Rio Grande do Norte e por Tôres et al. (2013) cuja maioria das amostras de méis avaliados apresentaram coloração âmbar claro e âmbar, os mesmos autores relatam ser esta, uma boa característica para a comercialização do mel para o mercado externo. Não obstante, a predominância de cor âmbar escuro no mel modificado é uma característica não favorável a sua comercialização para mercados externos.

Aroucha et al. (2008) verificaram em amostras de méis de *Apis* avaliados predomínio da cor extra âmbar claro (68,4%) e cor escuro (21,0%). Barros (2011) constatou as seguintes cores para méis de *Apis mellifera*: âmbar claro, âmbar e âmbar extra claro. Sousa (2011) trabalhando com mel de *Melipona subnitida* constatou que a cor dos méis variou do branco-água ao âmbar escuro.

6.2 Parâmetros de qualidade físico-químicos associados à maturidade

6.2.1 Umidade

Houve diferença significativa entre a umidade dos três méis avaliados (Tabela 6). A maior umidade ocorreu em mel de *Melipona subnitida* (26,11%), seguida do mel modificado (22,89%), obtendo menor umidade o mel da espécie *Apis mellifera* (17,59%) (abelha africanizada), (BRASIL, 2000).

É importante frisar que o comportamento dessa característica foi modificado pela abelha *Melipona subnitida*, haja vista que o mel de *Apis*, que serviu de alimento apresentava umidade inferior (17,59%) e que foi elevado após ser submetido como alimento para *Melipona* que manteve a sua característica no mel de *Apis*, pode ser afirmado ainda que a umidade do mel de *Apis* mais elevada após a transformação pelas *Melipona* foi acrescentado o néctar que a abelha coletou e ainda suas secreções própria da espécie. Uma umidade baixa do

mel favorece sua conservação, por outro lado a umidade elevada aumenta o processo de fermentação e conseqüente deterioração do produto (RODRIGUES et al. 2002).

A legislação brasileira estabelece para mel de *Apis mellifera* máximo de umidade de 20% (BRASIL, 2000). Camargo et al. (2017) preconizam que a umidade de mel *in natura* sem ferrão no Brasil seja no máximo de 40%. Em mel de *Apis mellifera*, Oliveira e Santos (2011) encontraram em méis provenientes do Ceará, umidade de 18,7% e 19,07%. Da mesma forma, valores aproximados foram encontrados por Abadio Finco et al. (2010) e Santos e Oliveira (2013) de 18,22% e 16,2%, respectivamente, em mel de *Apis*. Já para méis de *Melipona*, Silva (2015) encontrou valores variando de 27,0 a 26,0%, e Araújo (2014) encontrou 24,0 a 27,8%.

Tabela 06 – Teores de Umidade, Açúcares redutores (AR) e Sacarose Aparente (SAC) de amostras de méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida*.

	<i>Apis mellifera</i>	<i>Melipona</i>	<i>Apis mellifera</i>	Parâmetros exigidos		
	(natural) (n=24)	<i>subnitida</i> (natural) (n= 9)	(modificado após alimentação). (n = 9)	Villas-Bôas e Malaspina (2005)	Camargo et al. (2017)	Legislação Brasileira (2000)
Umidade (%)	17,59 ± 0,58 ^b (16,50– 18,40)	26,11±2,16 ^a (24,00- 31,00)	22,89±2,63 ^c (20,00-28,00)	≤ 35	≤ 40	≤ 20,0
AR (%)	73,41 ± 2,44 ^a (69,39 – 80,90)	74,24±3,91 ^a (66,82-78,66)	60,57±8,94 ^b (37,39-66,22)	≥50	≤ 60	≥ 65
SAC (%)	3,66 ± 2,86 ^a (0,19– 9,40)	3,12±3,47 ^a (0,33-10,55)	7,54±10,96 ^a (1,12-35,26)	≤ 6,0	6,0	≤ 6,0

*Os valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.2.2 Açúcares redutores

O mel modificado apresentou teor de açúcares redutor inferior (60,57%) aos méis de *Apis* (73,41%) e ao mel natural de *Melipona subnitida* (74,24%) que, por conseguinte apresentaram teores semelhantes estatisticamente entre si (Tabela 06). Trata-se de um parâmetro físico-químico que avalia a maturidade do mel, pela legislação brasileira vigente para mel floral de *Apis* é preconizado teor mínimo de 65 % (BRASIL, 2000). E é preconizada para méis brasileiros de abelha sem ferrão de no mínimo 60% (CAMARGO et al., 2017). De acordo com os dados obtidos verifica-se que todas as amostras de méis dos tratamentos estão de acordo com a legislação Brasileira e com a proposta de regulamentação do mel de meliponíneos, posteriormente pode-se afirmar ainda que as *Melipona* possam ter reduzido o teor de açúcares no mel de *Apis*.

Santos et al. (2014) verificaram em méis de *Apis*, produzidos no semiárido nordestino, de diferentes predominância floral que os açúcares redutores abundantes no mel são frutose, (37,58 a 43,95%) e glicose (27,41 a 33,80%).

Em méis de abelha sem ferrão, os teores de açúcares, geralmente, são inferiores quando comparado a mel de abelha *Apis mellifera* Assim, Barros et al. (2010) encontraram valores médios de açúcares redutores de 71,67%, com variações de 53,52 - 88,67%, para mel de *Apis mellifera*. Souza et al. (2009) encontraram uma grande variação de açúcares redutores (50,6 a 93,1%) em méis de abelhas do gênero *Melipona subnitida*.

De acordo com Mendonça et al. (2008) valores de açúcares redutores abaixo de 65% podem ser um indicativo de um mel não amadurecido para colheita. Também, segundo Bogdanov et al. (2004), esses indicam a importância dessa característica como indicador para qualificar a diferença entre mel floral e mel de melato (teor de açúcar redutor estabelecido pela legislação brasileira para melato ou mel de melato é de no mínimo 60%), certamente pode ser afirmado que os presentes méis obtiveram características de mel floral e de um mel totalmente amadurecido.

6.2.3 Sacarose aparente

O teor de sacarose aparente não diferiu estatisticamente entre as amostras (Tabela 06). Não obstante, por essa característica o mel modificado estaria fora do padrão estabelecido pela legislação nacional e internacional para mel floral de *Apis*, que estabelece valor máximo

de sacarose de 6,0% (BRASIL, 2000; CODEX ALIMENTARIUS, 2001) e também pelo preconizado para mel de abelha sem ferrão, que considera também 6,0% (CAMARGO et al., 2017). Todavia, para méis classificados como mel de melato é permitido um máximo de 15% (BRASIL, 2000).

O teor elevado de sacarose pode ser resultante de uma colheita prematura (mel verde isto é, quando o produto ainda não foi totalmente transformado em glicose e frutose pela ação da enzima invertase secretada pelas abelhas), (BORSATO, 2013). Por outro lado, elevados teores de sacarose pode ser um indicativo de adulteração por adição de xarope de sacarose parcialmente invertida (VARGAS, 2006; CRANE, 1985).

Não se pode afirmar com verdades absolutas, no entanto como se constatou que no experimento I todas as amostras de méis de *Apis* estavam dentro do padrão estabelecido pela legislação para esse parâmetro, e esses méis foram apenas homogeneizado e servido como alimento, logo se atribui que as *Melipona* acrescentaram o néctar do forrageamento e assim em meio ao processo de mistura associado ao pouco tempo para o processo de colheita, a ação da enzima invertase secretadas pelas abelhas para a total transformação em glicose e frutose não ocorreu ocasionando a elevação no mel modificado, fato este que pode também ter ocorrido em algumas amostras do mel de *Melipona subnitida* natural.

Autores como Oliveira e Santos (2011) verificaram variação nos teores de sacarose (0,49 a 3,63%) entre méis de *Apis mellifera* Também, Sakamoto et al. (2005) encontraram valor médio de sacarose aparente de $3,03 \pm 2,41\%$, com valor mínimo de 0,2% e máximo de 9,43%; este último já excedendo os valores exigidos pela legislação brasileira, fato este que também ocorreu no presente trabalho. Por sua vez, Sodré et al. (2007) verificaram em amostras de méis de *Apis mellifera* coletadas em cidades do Estado do Ceará, valor médio de 2,71% de sacarose variando de 0,16 a 7,63%. Mesquita et al.(2007) encontrou valor de sacarose de 4,06% para o mel puro de jandaíra avaliando amostras de méis de jandaíra puro e com misturas, bem como Sousa et al. (2013) observaram uma variação da sacarose de 0,2 a 9% em méis de meliponíneos do estado da Bahia.

6.3 Parâmetros de qualidade físico-química associada à pureza

6.3.1 Sólidos Insolúveis

Não houve diferença significativa nos teores de sólidos insolúveis de méis entre os três tipos de mel avaliados (Tabela 07). Não obstante, para esta característica o mel modificado

(0,2%) e mel de *Apis* (0,16%), estariam fora do padrão estabelecido pela legislação nacional (BRASIL, 2000) para mel floral centrifugado, cujo teor de sólidos insolúveis é de 0,1g/100g, mas para o mel prensado pode-se tolerar 0,5g/100g (BRASIL 2000). Para Camargo et al. (2017) o teor de sólidos insolúveis em água, do mel de abelha sem ferrão deve ser igual ao preconizado por BRASIL (2000).

Silva et al. (2006) afirma que os sólidos insolúveis nos dá uma indicação de impurezas presente nos méis e que a presença de partes das abelhas (patas e asas) bem como cera, poeira e pedaços de madeira está relacionado como sendo a maior quantidade de impureza.

Com base nas informações e nos resultados do presente trabalho o mel de *Apis* natural bem como também o modificado pelas *Melipona* se caracterizou como sendo um mel com origem de uma colheita prensada ao invés de centrifugada, no entanto o alto valor encontrado para os presentes méis também pode está relacionado ao citado por Silva et al (2006) podendo ser presença de partes das abelhas ou cera principalmente para o mel modificado que as condições de colheita aplicada foram as do tipo rusticas.

Valores superiores aos detectados neste estudo foram obtidos por Oliveira e Santos (2011) cujos valores variaram de 0,46 a 1,55%. No entanto os valores ficaram próximos aos encontrados por Silva (2015) em méis de *Apis mellifera in natura* apresentando teor médio de sólidos insolúveis em água de 0,44 g/100g.

Tabela 07– Teores de açúcares redutores, e de minerais de amostras de méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida*.

	<i>Apis mellifera</i>	<i>Melipona</i>	<i>Apis mellifera</i>	Parâmetros exigidos		
	(natural) (n=24)	<i>subnitida</i> (natural) (n= 9)	(modificado após alimentação). (n = 9)	Villas-Bôas e Malaspina (2005)	Camargo et al. (2017)	Legislação Brasileira (2000)
SI. (%)	0,16 ± 0,26 ^a (0,01 – 0,85)	0,11±0,13 ^a (0,01- 0,42)	0,20±0,19 ^a (0,01-0,50)	≤ 0,4	≤ 0,1	≤ 0,1
Cinzas (%)	0,22 ± 0,11 ^a (0,01 – 0,45)	0,02±0,02 ^b (0,00-0,05)	0,13±0,06 ^a (0,00-0,22)	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6

*Os valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Legenda: SI- Sólidos insolúveis.

6.3.2 Cinzas

De acordo com a legislação, o teor máximo de cinzas permitido para mel floral é de 0,6%, já para mel de melato e suas misturas com mel floral, pode-se tolerar até 1,2% (BRASIL, 2000). Para esta característica houve semelhança entre méis de *Apis* (0,22%) e mel modificado (0,13%), ambos apresentaram teores de cinzas superiores ao mel de *Melipona subnitida* (0,02%). Não obstante, estão todos em conformidade com a legislação brasileira para mel floral de *Apis* (0,6%) (BRASIL, 2000) e dentro do preconizado para mel de abelha sem ferrão (0,6%) por Camargo et al. (2017).

O teor de cinza determina irregularidades como falta de higiene, decantação e/ou falta de filtração no mel após sua colheita, podendo ainda está relacionado com a sua origem geográfica e botânica e principalmente o teor de cinzas expressa a riqueza mineral do mel (SOUZA et al., 2009; EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2005; MARCHINI et al., 2004).com base nisso pode-se afirmar que o mel de *Apis* não se caracterizou como que houve essas irregularidades nos dois tipos de méis bem como também, a jandaíra não modificou essa característica do mel de *Apis*.

Resultados superiores ao encontrado na pesquisa foram encontrados por Oliveira e Santos (2011) com 0,25 a 0,56% de cinzas e por Moura e Silva (2010) que obtiveram resultados inferiores variando de 0,01 a 0,03% de cinzas corroborando com os dados pesquisados.

6.4 Parâmetros de qualidade físico-química associada à deterioração

6.4.1 Acidez livre

Os méis de *Apis* e modificado apresentaram valores estatisticamente iguais ao mel de *Melipona subnitida* (Tabela 08). No mel modificado pela abelha *Melipona*, apesar do valor máximo inferior (50,29 meq.kg¹) ao mel de *Apis* (66,30 meq.kg¹), este parâmetro se aproximou mais à média da acidez livre do alimento que a média de acidez livre do mel natural de *Melipona subnitida*. Todavia, todas as amostras se apresentaram dentro dos valores máximos estabelecidos pela legislação brasileira, Codex Alimentarius e preconizado para abelha sem ferrão por Camargo et al. (2017) de 50 meq.kg¹

A acidez é um parâmetro importante na avaliação da qualidade do mel, os valores elevados indicam, além de uma possível deterioração do mel, a fermentação dos açúcares (FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os valores encontrados foram próximos ao valor máximo detectados em méis de *Apis mellifera* por Moraes et al. (2014) para um dos municípios de avaliação de sua pesquisa com valor variando de 33,45 meq.kg¹ a 7,7 meq.kg⁻¹, e foram superiores ao encontrado por Martins et al. (2013) com variações de 17,0 a 68,0 meq.kg⁻¹ em méis de *Apis mellifera*.

6.4.2 Atividade Diastásica

A atividade diastásica do mel de abelha *Apis* com valores com média geral de (15,05) e *Melipona subnitida* de (10,44) foram estatisticamente semelhantes e superiores ao mel modificado com média de (6,48). Neste caso, o mel modificado não seria aprovado pela legislação brasileira pelo parâmetro atividade diastásica, haja vista que este obteve valor médio de atividade diastásica de 6,48 na escala Gothe e teor de Hidroximetilfurfural de 27,49 mg/Kg. O limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira é 8,0 na escala Gothe e admite-se 3,0, apenas se o teor de HMF não ultrapassar 15 mg/kg (BRASIL, 2000). Atos esse que não ocorreu com o mel modificado. Outro fator de grandiosa admiração foi os valores altos de atividade diastásica para o mel natural de jandaíra, fato que não é comum na literatura.

Villas-Bôas e Malaspina (2005) sugerem para méis de meliponíneos do Brasil atividade diastásica mínima de 3,0 na escala Gothe. Porém, Camargo et al. (2017) não relatam está característica na sugestão de regulamento para avaliar a qualidade físico-química dos méis de abelha sem ferrão.

A função da diastase é quebrar o amido, estando relacionada com a digestão do pólen. Esta enzima apresenta um elevado grau de instabilidade quando submetida a altas temperaturas, sendo uma característica importante na determinação da qualidade do mel, pois indica se este foi aquecido ou adulterado (LOPES, 2010; AROUCHA, 2012).

Vários relatos na literatura relacionam baixa ou ausência de atividade diastásica em méis de meliponíneos (AROUCHA, 2012; SOUZA et al., 2009 e BRUIJN e SOMMEIJER, 1997). Ressalta-se que Araújo (2014) trabalhando com méis de diversos gêneros de abelhas sem ferrão não detectou valores de atividade diastásica obtendo 0,0 na escala Gothe para todos os gêneros de abelha sem ferrão, bem como também Silva (2015) que também não obteve valores significativos de atividade diastásica para o mel de *Melipona subnitida* natural

ou desumificado. No entanto Pereira (2010) e Borsato (2013) identificaram atividade diastásica em méis de meliponíneos, respectivamente, de 0,10 a 0,59 e 0,92 a 11,27.

Saraiva et al. (2013), estudando méis de *Apis mellifera L.* do Maranhão, encontraram a atividade diastásica variando de 2,8 a 9,3 na escala Gothe; Enquanto De Jesus et al. (2012) obtiveram valores variando de 13,8 a 15 na escala Gothe.

Sodré et al. (2007) analisando méis de *Apis mellifera L.* do Ceará, detectaram atividade diastásica variando de 5,3 a 43,39 na escala Gothe. Para White Júnior (1994) a atividade diastásica usada como indicador da qualidade do mel deve ser questionada, devido à grande variação na quantidade de diástase em méis recém-coletados e não aquecidos.

Tabela 08 – Teores de HMF e valore de Acidez livre, Atividade diastásica de amostras de méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida*.

	<i>Apis mellifera</i> (natural) (n=24)	<i>Melipona</i> <i>subnitida</i> (natural) (n= 9)	<i>Apis mellifera</i> (modificado após alimentação). (n = 9)	Villas-Bôas e Malaspina (2005)	Camargo et al. (2017)	Legislação Brasileira (2000)
Acidez livre (meq/kg)	47,47 ± 7,37 ^a (33,16 – 66,30)	22,88±7,52 ^b (15,84-39,60)	41,01±6,31 ^a (31,68-50,29)	≤85	50	50
Atividade diast. (Escala Gothe).	15,05 ± 4,53 ^a (9,29 – 21,94)	10,44±12,23 ^a (0,01-38,67)	6,48±5,04 ^b (0,01-13,58)	≤ 3	-	≤ 8
HMF (mg /kg)	26,92 ± 18,17 ^a (4,12 – 72,50)	11,03±15,34 ^a (0,15-39,22)	27,49±29,60 ^a (0,73-83,23)	≤40	20	60

*Os valores da tabela são médias ± Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.4.3 Hidroximetilfurfural

Não houve diferença estatística para o teor de Hidroximetilfurfural (HMF) entre os méis de *Apis mellifera* natural (26,92 mg kg⁻¹), mel homogeneizado (27,49 mg kg⁻¹) e mel natural de *Melipona subnitida* (11,03 mg kg⁻¹) (Tabela 08). Tal característica também, não sofreu alteração significativa da abelha, apresentando-se mais próxima as características do alimento.

No presente trabalho, pôde se observar conformidade (valor máximo de 60 mg kg⁻¹) com a legislação brasileira (BRASIL, 2000) todavia para mel sem ferrão, Camargo et al. (2017) estabelece limite de 20 mg kg⁻¹. Enquanto Villas-Bôas e Malaspina (2005) indicam valores de HMF para mel de abelha sem ferrão valor máximo de 40 mg kg⁻¹

Vale salientar que o HMF é formado durante a hidrólise ácida de hexoses, partindo de açúcares simples, tendo como base a glicose e frutose que são quebrados na presença de ácido glucônico e outros ácidos do mel (ALCÁZAR et al., 2006), salienta-se ainda que o HMF se estabelece como um parâmetro utilizado para avaliar o grau de deterioração do mel (BRASIL, 2000).

Vários autores afirmam que o HMF do mel pode ser afetado pela acidez, pH, conteúdo de água e minerais, e que sua concentração é aumentada pelas condições inadequadas de armazenamento e tratamento térmico excessivo (FALLICO et al., 2004; CHAVES; GOMES; COSTA, 2012; SOUZA et al., 2009). Avaliando méis de *Apis mellifera* do estado do Ceará, Oliveira e Santos (2011) relataram HMF variando de 6,08 a 194,75 mg kg⁻¹. Richter et al. (2011), detectaram em méis de *Apis mellifera* no estado do Rio Grande do Sul, HMF de 0,29 a 71,26 mg kg⁻¹ tais valores estão próximos aos detectados para mel de *Apis mellifera* no presente estudo.

Lembrando que Azeredo e Damasceno (1999) constataram que os valores de HMF em amostras de mel tendem a aumentar gradativamente com o tempo de armazenamento. Fato este que não pode ser associado às amostras com resultados acima do permitido pela legislação, pois o mesmo ao ser colhido foi direcionado ao laboratório para realização das análises, no entanto a mesma ficou com um grau muito elevado mostrando assim o início de uma possível fermentação. O Codex Alimentarium estabelece HMF de até 80 mg kg⁻¹ para méis produzidos em regiões tropicais.

6.5 Parâmetros de qualidade físico-química não exigida pela legislação

6.5.1 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica (CE) dos méis de *Apis* e mel modificado foram estatisticamente semelhantes e superiores ao mel de *Melipona subnitida* (Tabela 09). A média de CE do mel de *Apis mellifera* L. de 469,7 $\mu\text{S/cm}$ e do mel modificado de 511,90 $\mu\text{S/cm}$, foram superiores ao mel de *Melipona subnitida* (77,49 $\mu\text{S/cm}$). Tal comportamento é interessante haja vista que as características do alimento foram preservadas em mel modificado. Trata-se de um parâmetro bastante utilizada na caracterização da origem floral do mel, sendo os méis com CE até 800 $\mu\text{S/cm}$ caracterizados como de origem floral, enquanto méis com valores de CE superiores são tidos como não floral (BOGDANOV, 2008; CAMPOS, 1998).

A legislação brasileira não apresenta valores de referência para essa característica, mas é fixado o máximo de 800 $\mu\text{S/cm}$ pelo Codex Alimentarius Commission para o padrão internacional, estando de acordo com a legislação internacional todas as amostras de méis analisadas neste trabalho.

Silva (2015) avaliando as características físico-químicas de mel de *Melipona subnitida* *in natura* e submetidos à desumidificação, verificou teores variando de 350,1 a 227,87 $\mu\text{S/cm}$, com média de 299,62 $\mu\text{S/cm}$; o mesmo autor avaliou também características físico-químicas de mel de *Apis mellifera* *in natura* e submetidos à desumidificação encontrando valores de condutividade elétrica variando de (364,7 a 168,8 $\mu\text{S/cm}$) com média geral entre as amostras de 238,58 $\mu\text{S/cm}$, valores estes bem próximos ao encontrado para o mel de *Apis mellifera* natural e modificado do presente trabalho.

Tabela 09 – Valores de condutividade elétrica, atividade de água e pH de amostras de méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida*.

	<i>Apis mellifera</i> (natural) (n=24)	<i>Melipona</i> <i>subnitida</i> (natural) (n= 9)	<i>Apis mellifera</i> (modificado após alimentação). (n = 9)
CE (μ S/cm)	469,7 \pm 65,4 ^a (291,7 – 579,0)	77,49 \pm 17,33 ^b (64,48-115,20)	511,90 \pm 122,55 ^a (206,80-591,50)
Aw	0,63 \pm 0,16 ^a (0,39 – 0,80)	0,53 \pm 0,07 ^a (0,41-0,61)	0,54 \pm 0,05 ^a (0,42-0,57)
Ph	3,77 \pm 0,21 ^a (3,40 – 4,30)	3,66 \pm 0,14 ^a (3,34-3,77)	3,78 \pm 0,25 ^a (3,14-3,93)

*Os valores da tabela são médias \pm Erro padrão, os valores mínimo e máximo observados estão entre parênteses. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.5.2 Atividade de água (aw)

Para a atividade de água, não se verifica diferença significativa entre os méis (Tabela 09). A aw do mel de *Apis mellifera*, *Melipona subnitida* e modificado foram respectivamente 0,63, 0,53 e 0,54. Segundo Camargo et al. (2016) para o mel de abelha sem ferrão a legislação deve levar em consideração esta característica e deverá está situado entre 0,52 a 0,80, sendo importante para avaliar a deterioração do mel. Portanto o mel de *Melipona subnitida* estaria dentro do recomendado nessa proposta de regulamentação de Camargo et al., (2016).

Este parâmetro pode funcionar como um importante indicador de atividade microbiológica, seus valores não são estabelecidos pela legislação para mel de *Apis* (BRASIL, 2000); no entanto, este parâmetro serve para avaliar a vida de prateleira do mel (KACANIOVÁ et al., 2007).

A atividade de água diminui devido a uma alta concentração de açúcares dos méis, isso porque grande parte das moléculas de água está ligada a açúcares que se encontram presentes nos méis (AROUCHA, 2012). No presente trabalho, os valores foram medianos bem próximos a valores encontrados por Araújo (2014) em mel de *Apis* de 0,55 a 0,60 e de *Melipona subnitida* 0,65 a 0,78.

6.5.3 pH

Não houve diferença significativa entre valores de pH dos méis avaliados (Tabela 08). O valor médio de pH ficou em torno de 3,7 e, apesar de não haver exigência de qualidade dessa característica pela legislação brasileira. Camargo et al., (2017) relata propondo para mel de abelha sem ferrão uma variação de pH de 2,9 a 4,5.

Segundo Fennema (2000) e Souza et al., (2009) alimentos com pH acima de 4,6 apresentam pouca estabilidade e estão susceptíveis a proliferação de bactérias patogênicas. Os autores afirmam isso pelo fato de que os alimentos que possuem pH em torno de 4,6 são importantes.

Oliveira e Santos (2011) relataram em seu trabalho pH médio variando de 3,49 a 4,53 em méis de *Apis mellifera* coletados no estado do Ceará. Aroucha (2012) encontrou em méis de *Apis mellifera* no Estado do Rio Grande do Norte, um valor médio de pH de 4,2 para a região Oeste do estado e de 4,0 para a região Central, demonstrando e confirmando dessa forma que o pH pode variar em função da região e época em que foi coletado o mel.

6.6. Compostos bioativos e antioxidantes do mel

6.6.1 Fenólicos totais (equivalente a Ácido gálico)

O conteúdo de fenólicos totais do mel modificado e mel de *Apis mellifera* foram estatisticamente semelhantes (média em torno de 90 mg EAG/100g) e superiores ao mel natural de *Melipona subnitida* (média 16,09 mg EAG/100g) (Figura 03). Dessa forma, fica caracterizado, um efeito benéfico da alimentação das abelhas do gênero *Melipona* com mel de

abelha do gênero *Apis*, haja vista que essa característica foi mantida. Sendo o aumento no teor de compostos fenólicos importantes como substância que tem propriedade captadora de radicais livres, o que confere a atividade antioxidante dos méis.

Os valores encontrados no presente trabalho apresentaram comportamento semelhantes aos detectados por Estevinho et al. (2008), cujo teor de compostos fenólicos do mel claro foi inferior aos méis escuros. Também ficariam próximos ao relatado por Bertoldi et al. (2012) e Silva (2015) cuja variação foi de 47,91 a 299,3 mg de GAE/100g e de 65,8 a 198,2 mg de GAE/100g em méis de *Apis mellifera*, respectivamente. Araújo (2014) verificou em igualmente em méis de *Melipona subnitida* (88,3 mg EAG/100g) teor de fenólicos totais inferiores ao encontrado em méis de *Apis mellifera* (208,8 mg EAG/100g).

A concentração e o tipo de substâncias fenólicas dependem da origem floral do mel e são os principais fatores responsáveis pela sua ação biológica, incluindo a sua atividade antioxidante, antimicrobiana, antiviral e anticarcinogênica (KUÇUK et al., 2007).

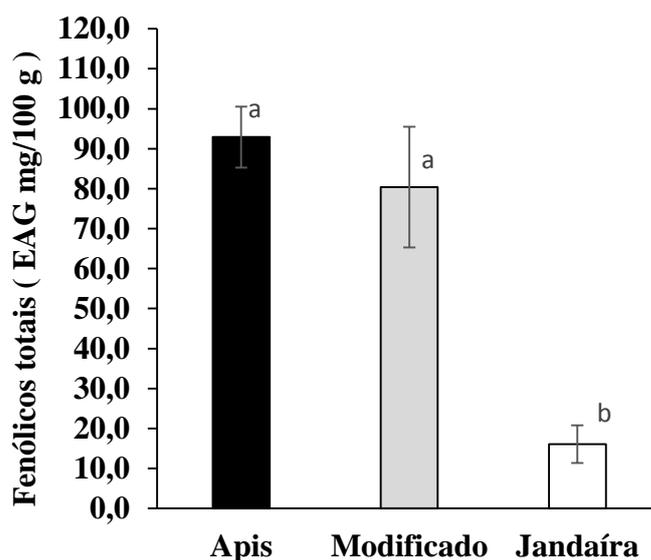


Figura 03. Teor de Fenólicos totais equivalente a ácido gálico em méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.

6.6.2 Flavonóides totais (equivalente a Quercetina)

O teor de flavonóides do mel modificado foi superior (3,29 mg de EQ/100g) ao mel de *Apis* e de *Melipona*, cujos teores foram semelhantes estatisticamente (média de 1,5 mg de EQ/100g). É importante destacar que apesar das abelhas *Melipona* utilizarem como alimento o mel de *Apis* essas também forragearam em busca de néctar, realizando assim uma mistura do alimento servido com o néctar coletado. Tal comportamento pode explicar o elevado aumento de flavonoides no mel modificado.

Os flavonoides são classes de polifenóis, que estão presentes nos vegetais e servem como autodefesa das plantas tais como flavonas, antocianinas, taninos, entre outros, sua concentração no néctar e conseqüentemente no mel é influenciada pela origem floral e geográfica, bem como pelas características climáticas da região onde o mel é produzido (VIZZOTTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010, LIANDA, 2004).

Os valores detectados, neste trabalho, foram inferiores aos encontrados (29,7 a 124 mg de EQ/100g) por Liu et al. (2013) e próximos aos evidenciados para flavonóides por Aroucha (2012), em méis de *Apis mellifera* (3,35 a 10,05 mg de EQ/100g) e Lianda (2009) analisando méis silvestre e de laranjeira (0,25 a 4,27 mg de EQ/100g) e (0,25 a 0,30 mg de EQ/100g) respectivamente.

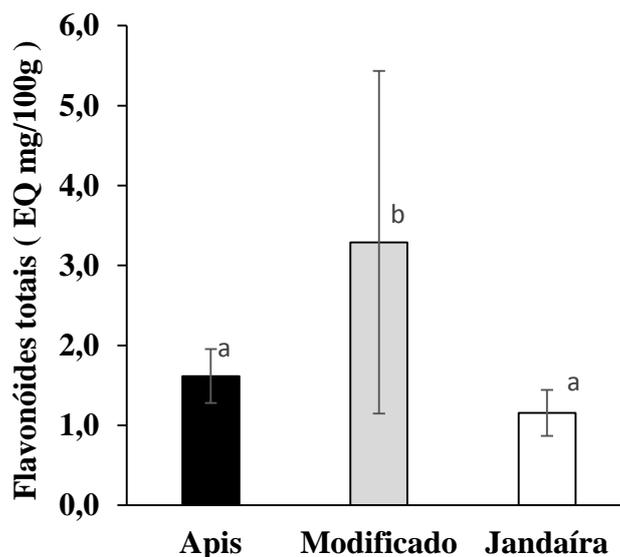


Figura 04. Flavonóides totais equivalente a quercetina de méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.

6.6.3 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante dos méis, modificado e *Apis mellifera*, foram semelhantes e diferentes do mel de *Melipona subnitida* (Figura 05). Esses mostraram melhor inibição do radical DPPH, tendo atividade antioxidante superior. Evidenciando assim o efeito benéfico da alimentação das abelhas *Melipona* com mel de *Apis*. Segundo Oliveira et al., (2012) os méis com melhor atividade antioxidante apresentaram compostos majoritários o ácido gálico, o-cumárico e p-cumárico e a quercetina.

Verificou-se que os méis com teores mais elevados de fenólicos totais e coloração mais escura apresentaram melhor atividade antioxidante, tal como detectados em méis por Oliveira et al., (2012) que verificaram correlação significativa ($r= 0,87$) entre a IC_{50} e o conteúdo de fenólicos totais.

A atividade antioxidante dos méis modificado e de *Apis* foram respectivamente CE_{50} de (59,77mg/mL) e (59,01 mg/mL). Observa-se que a atividade sequestrante de radicais livres

de ambos os méis foram superiores aos relatados por Lianda et al., (2012) e Estevinho et al. (2008) em mel multifloral (CE_{50} = 16,62 mg/mL) e mel escuro (27,24 mg/mL), respectivamente. No entanto, os resultados são próximos aos obtidos por Oliveira et al. (2012), trabalhando com méis de localidades diferentes da Amazônia, verificaram para méis de *Apis mellifera L.* maior capacidade antioxidante com valores de IC_{50} variando de 8,87 a 41,76 mg/mL e, para méis de espécies do gênero *Melipona* os valores de IC_{50} variaram de 6,85 a 54,43 mg/mL, obtendo apenas maior capacidade antioxidante (IC_{50} = 6,85 mg/mL) para o mel do gênero *Melipona subnitida*.

O efeito sequestrante de radicais dos extratos de mel foram testados utilizando solução metanólica do radical livre DPPH, que exibe uma cor púrpura profunda com máxima absorção em 517 nm. As moléculas antioxidantes, presentes no mel, podem extinguir os radicais livres DPPH, resultando em descoloração de DPPH convertendo-o em um produto incolor (2,2-difenil-1-hidrazina) e, quanto mais rápido a absorbância diminui, mais potente a atividade antioxidante do extrato. De forma que um maior valor de IC_{50} indica baixa atividade do mel, fato este que ocorreu no presente trabalho com o mel de jandaíra apresentando uma baixa atividade antioxidante do mel.

Da mesma forma que neste estudo, Estevinho et al., (2008) verificaram em mel claro IC_{50} de 68,17 mg/mL maior que em mel escuro (27,24 mg/mL), os mesmos atribuem essa diferença ao conteúdo de seus compostos fenólicos e conseqüentemente suas fontes florais, também observados por Aljadi e Kamaruddin (2004) e Al-Mamary et al. (2002) em trabalho com mel. Aroucha (2012) verificou que os méis de *Apis mellifera L.* do Rio Grande do Norte apresentaram maior atividade antioxidante do que méis do gênero *Melipona*, enquanto Duarte (2009) encontrou resultados atestando a superioridade da atividade antioxidante dos méis de *Apis mellifera L.* em relação a méis de espécies do gênero *Melipona*.

Meda et al. (2005) e Oliveira et al. (2012) encontraram correlação positiva entre a quantidade de fenólicos presentes nos méis e a atividade antioxidante, ou seja, quanto maior for o conteúdo de fenólicos no mel maior será sua atividade antioxidante, característica também ocorrida para os méis do presente trabalho.

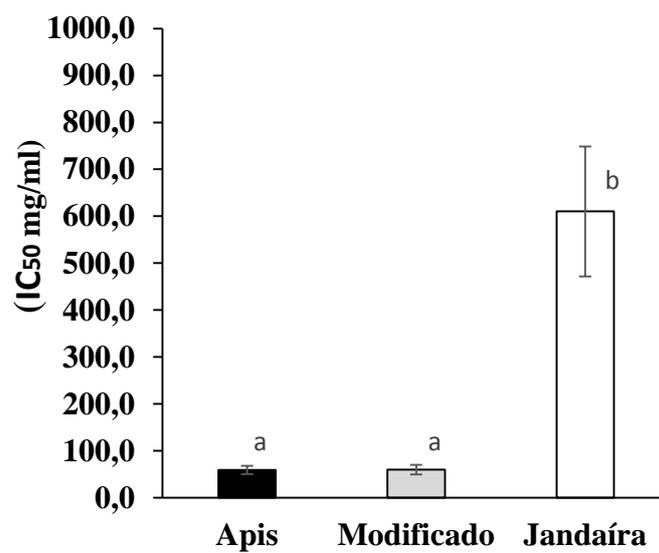


Figura 05. Atividade antioxidante (IC₅₀ mg/ml) de méis de *Apis mellifera* natural, *Melipona subnitida* natural e modificado.

7. CONCLUSÃO

Houve variação na composição físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* coletadas nas casas de méis (UEPA) do território sertão do Apodi, diferindo nos parâmetros de umidade, cinzas, acidez livre e sacarose.

Os méis de *Apis mellifera* natural, modificado e de *Melipona subnitida* diferiram quanto a cor, umidade, açúcares redutores, cinzas, condutividade elétrica, acidez livre e atividade diastásica.

O mel de *Apis mellifera* modificado não obteve padrão característico de mel natural de jandaíra (*Melipona subnitida*). Porém, os padrões físicos- químicos do mel modificado pela abelha jandaíra foram: umidade, açúcares redutores, cinzas, sólidos insolúveis, acidez e pH não configurando assim o mel como sendo mel puro de jandaíra.

O conteúdo de fenólicos totais do mel modificado e o mel de *Apis mellifera* foram estatisticamente semelhantes e superiores ao mel natural de *Melipona subnitida*. O teor de flavonóides do mel modificado foi superior ao mel de *Apis mellifera* e de *Melipona subnitida*, enquanto que a atividade antioxidante dos méis, modificado e *Apis mellifera*, foram semelhantes, e diferentes do mel de *Melipona subnitida*.

8. REFERENCIAS

STAFFORD. A.M. Plant cell culture as a source of bioactive small molecules *Curr.Opin. Drug Discov. Dev.*, 5 (2002), pp. 296-303

AL-MAMARY, M. et al. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. **Nutrition Research**, v. 22, p. 1041-1047, 2002.

ALJADI, A.M. & KAMARUDDIN, M. Y. **Evaluation of the phenolic content and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys**. *Food chemistry*, 85, 513-518,2004.

ALMEIDA-FILHO, J. P.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M. S.; QUEIROGA, K. H.; CÂNDIDO, A. F. M. Estudo físico-químico de qualidade do mel de abelha comercializado no município de Pombal – PB. **Revista Verde**, v. 6, n. 3, p. 83-90,2011.Disponível em:<<http://www.gvaa.org.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/738/655>>. Acesso em: 22 jan.2017.

ANANIAS, K. R. Avaliação das condições de produção e Qualidade de mel de abelhas (*Apis mellifera L.*) Produzido na microrregião de pires do rio, no Estado de Goiás. dissertação (mestrado) 2010. Universidade federal de goiás, Goiania 2010

AROUCHA, E. M. M. Mel de abelha do Rio grande do Norte: qualidade física - química – sensorial – potencial antioxidante. Mossoró, 80p. 2012.

ALZHRANI HA, ALSABEHI R, BOUKRAË L, ABDELLAH F, BELLIK Y, BAKHOTMAH BA (2012). Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins .*Molecules*, 17: 10540-10549.

ARAÚJO, F. G. Comparação das características físico-químicas e antioxidantes de méis de diferentes espécies de abelhas. 2014. 64 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

ACQUARONE, C.; BUERA, P.; ELIZALDE, B. Pattern of pH and electrical conductivity upon Honey dilution as a complementary tool for discrimination of geographical origin of honeys. **Food Chemistry**, v. 101, p. 695-703, 2007.

AROCHA, E. M. M.; OLIVEIRA, A. J. F.; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ, P. B.; SANTOS, M. C. A. Qualidade do mel de abelha produzido pelos incubados da Iagram e Comercializado no município de Mossoró/RN. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 211-217, 2008.

ALQARNI et al., Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Chemistry*, 2012. Disponível em: Acesso em: 11 de novembro de 2016.

ABADIO FINCO, F. D. B.; MOURA, L. L.; SILVA, I. G. Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.706-712, jul., 2010.

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

ALCAZAR, A.; JURADO, J. M.; PABLOS, F.; GONZALES, G. A.; MARTIN, M. J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages, **Microchemical Journal**, v. 82, p. 22 – 28, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.) Official methods of Analysis. 15 th. Supl2. Ed. 1990.

AHN, M. R.; KUMAZAWA, S.; USUI, Y.; NAKAMURA, J.; MATSUKA, M.; ZHU, F.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity and constituents of propolis collected various areas of China. **Food Chemistry**, 101, 1383-1392. 2007.

ARAÚJO, D.R.; SILVA, R.H.D.; SOUSA, J.S. Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, 1º Semestre 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.

BOGDANOV, S. **The Book of Honey**: a short history of honey. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 27 de Novembro de 2016.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; 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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p. 122-129, mai.-ago., 2002.

BOURNIVAL J, QUESSY P, MARTINOLI MG (2009). Protective effects of resveratrol and quercetin against MPP+ - induced oxidative stress act by modulating markers of apoptotic death in dopaminergic neurons. **Cell. Mol. Neurobiol.**, **29**: 1169-1180.

BOGDANOV, S. **The Book of Honey**: a short history of honey. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BLUM M (1996). Designing foods for better health. *Int. Food Ingrid.* 3: 25–29.

BOUSSAID, A., CHOUAIBI, M., RESIG, L., HELLAL, R., DONSI, F., FERRARI, G., HAMDI, S. (2014). Physico chemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. **Arabian Journal of Chemistry**. Online, doi:10.1016/j.arabjc.2014.08.011

Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P (2008). Honey for Nutrition and Health: A Review. *J. Amer. Coll. Nutr.*, 27: 677–689.

BRUENING, H. **Abelha jandaíra**. Mossoró-RN. 2ª ed. Fundação VINGT-UM Rosado. Abril. 2001. 13-62p.

BRUDZYNSKI, K, ABUBAKER, K, ST-MARTIN L, CASTLE A. Reexamining the role of hydrogen peroxide in bacteriostatic and bactericidal activities of honey. **Front Microbiol**, 2:213, 2011.

Bertonjelij, J., Dobersek, U., & Jamnik, M. (2007). **Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey**. *Food Chemistry*, 56, 36–41

BRUIJN, M. L. L.; SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (apidae: Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. **Insectes Sociaux**, v. 44, p. 35-47, 1997.

BORSATO, D. M. Avaliação de méis com indicação monofloral, comercializados na região dos Campos Gerais – PR. 2010. 84f. *Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)* – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR.1653, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial*, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. *Diário Oficial*, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.

BARROS, L. B. Perfil sensorial e de qualidade do mel de abelha (*Apis mellifera* L.) produzido no estado do Rio de Janeiro. 2011. 102 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2011.

BALTRUŠAITYTĖ, V., VENSKUTONIS, P. R. E ČEKŠTERYTĖ, V. (2007). Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. **Food Chemistry.101**: 502-514

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel**. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000. Disponível em: <[http:// www. Atago.net](http://www.Atago.net)> acesso em 16/11/2016

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Diário Oficial, Brasília, 20 de outubro de 2000, Seção 1, p. 16-17.

BENDINI, J.N.; SOUZA, D.C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, 2008.

BORSATO, D. M. **Composição química, caracterização polínica e avaliação de atividades biológicas de méis produzidos por meliponíneos do Paraná (Brasil)**. 2013.153 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

BERTOLDI, F. C.; GONZAGA, L. V.; FETT, R.; DOS REIS, V. D. A. Avaliação da atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos totais de méis produzidos no Pantanal. **Evidência-Ciência e Biotecnologia-Interdisciplinar**, v. 12, n. 2, p. 155-164, 2012.

BARROS, L.B DE; TORRES,F.R; AZEREDO,L.C; BARTH,O.M; FREITAS, M.Q. de; **Caracterização físico-química de mel produzido por Apis mellifera no estado do Rio de Janeiro. bras. Ci. Vet.**, v. 17, n. 3/4, p. 117-120, set./dez. 2010

CRANE, Eva. **O livro do mel**. 2ª edição. São Paulo: Nobel, 1985.

CASTELO-BRANCO, L. S. D. 1845 Memória acerca das abelhas da Província do Piauí no Império do Brasil. **O Auxiliador da Indústria Nacional** v.2-3 p.49-72.

CHUTTONG, B.; CHANBANG, Y.; SRINGARM, K.; BURGETT, M. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South East Asia (Thailand). **Food Chemistry**, v. 192, p. 149–155, DOI: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.089>>. Acesso em: 23 mar. 2016. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 3, p. 547-552, 2012. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612012005000066>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

CRANE, E. Constituintes e característica do mel. In: CRANE, E. **O livro do Mel**. São Paulo: Nobel, 1983. p. 55-76.

CRANE, E. **Bees and beekeeping-science, practice and world resources**. London: Neimann Newnes, 1990. 614 p.

CAMPOS, G.; Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 1998.

COOK, N. C.; SAMMAN, S. Flavonoids: chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **Journal of Nutrition Biochemistry**, Woburn, v. 7, n. 2, p. 66-76, 1996.

CHAVES, A. F. A.; GOMES, J. E. H.; DA COSTA, A. J. S. Caracterização físico-química do mel de *Melipona fulva* Lepeletier, 1836 (Himenoptera: Apidae: Meliponinae) utilizada na meliponicultura por comunidades tradicionais do entorno da cidade de Macapá-AP. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2012.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2ª edição. São Paulo: Nobel, 1985. 226p

SCHLABITZ, C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n.1, p. 80-90, 2010.

CORBELLA, E.; COZZOLINO, D. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 5, p. 534-539, 2006.

CAMARGO , R. C. R. de; **Sistema de Produção de mel** : Embrapa Meio-Norte, 2002. 138p.<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/67483/1/sistemaproducao3.PDF> acessado em 20 de novembro de 2017.

CODEX ALIMENTARIUS.**Revised codex standard for honey *codex stan 12- 1981***, Rev.2 [2001].24th session of the Codex Alimentarius in 2001. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/310/CX12.pdf>. Acesso em 16 Novembros de 2016.

CARVALHO, Carlos A. L. et al. Mel de abelha sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia/SEAGRI-BA, 2005

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

CAMARGO, Ricardo Costa Rodrigues de; OLIVEIRA, Karen Linelle de and BERTO, Maria Isabel. **Mel de abelhas sem ferrão: proposta de regulamentação**. *Braz. J. Food Technol.* [online]. 2017, vol.20, e2016157. Epub Jan 12, 2017. ISSN 1981-6723. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.15716>.

DRUMOND, P. **Abelhas indígenas sem ferrão**. 2013. Disponível em: [http://www.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/abelhas sem ferrão htl](http://www.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/abelhas%20sem%20ferr%C3%A3o.html). Acesso em: Jul. 2016.

DUARTE, A. W. F. Mel de abelhas nativas e africanizadas do estado de Alagoas: composição química, segurança microbiológica e atividade terapêutica. 2009.

DE JESUS, A. D.; JÚNIOR, O. M. C.; MARTINEZ, B. S.; DA SILVA, A. D. S.; DE OLIVEIRA, A. P. Determinação de parâmetros físico-químicos e da concentração de metais em méis de diferentes regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 2, 2012.

DIAS, V. H. P., FILGUEIRA, M. A., DE OLIVEIRA, F. L., DIAS, A. M., & DA COSTA, E. M. (2008). Alimentação artificial à base de mel e suas implicações no desenvolvimento de famílias de abelhas jandaíras (*Melipona subnitida* Ducke) em Mossoró–RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 3(3), 40-44.

DORMAN, H. J. D.; KOSAR, M.; KAHLOS, K.; HOLM, Y.; HILTUNEN, R. Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, Hybrids, Varieties, and Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 16, p. 4563-4569, 2003.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNANDEZ-GONZALEZ, N.; SEIJO, M. C. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, v. 149, p. 84–90, 2014. DOI: Acesso em: 16 Nov. 2016.

Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira, L., Dias, L.G., Pereira, E. (2008). Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. *Food and Chemical Toxicology*, **46**, 3774–3779.

Erejuwa O. O, Sulaiman S. A, AbWahab MS (2012). Honey: a novel antioxidant. *Molecules*, 17: 4400-4423.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S. D.; BESERRA, E. M. F.; RODRIGUES, M. L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba. **Ciênc. rural**, v. 35, n. 5, p. 1166-1171, 2005.

FRIAS, 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, 2008.

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

FONSECA-KELLY Z, NASSRALLAH M, URIBE J, KHAN RS, DINE K, DUTT M, SHINDLER KS. Resveratrol neuroprotection in a chronic mouse model of multiple sclerosis. *Front. Neurol.*, v. 3, p. 84-92, 2012.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization). Produção de Mel 2012. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 22 de dezembro. 2016.

FALLICO, B.; ZAPPALA, M.; ARENA, E.; VERZARA, A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, v.

FALLICO, B.; ZAPPALA, M.; ARENA, E.; VERZARA, A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, v.85, n.2, p.305-313, 2004.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization). Produção de Mel 2012. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 04 Mar. 2016.

FENNEMA, O. R. Química de los alimentos. 2ed. Zaragoza, Editorial Acribia, 1272p. 2000.

GOMES, S.P.M. (2009). Caracterização e avaliação biológica de méis comerciais. Tese de mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar. Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Bragança.

GUERRINI, A.; BRUNI, R.; MAIETTI, S.; POLI, F.; ROSSI, D.; PAGANETTO, G.; MUZZOLI, M.; SCALVENZI, L.; SACCHETTI, G. Ecuadorian stingless bee (*Meliponinae*) honey: A chemical and functional profile of an ancient health product. **Food Chemistry**, v.114, p.1413–1420, jun., 2009.

HERTOG, M.G.L.; HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids in 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. **J. Agr. Food Chem.**, v. 40, p. 2379-2883, 1992

HENDRICH A; B. (2006). Flavonoid-membrane interactions: Possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds. Acta Pharmacol.Sin., 27: 27-40.

H.K. BIESALSKI, active compounds: definition and assessment of activity Nutrition, 25 (2009), pp. 1202-1205.

HOLANDA, C. A.; OLIVEIRA, A. R.; COSTA, M. C. P.; RIBEIRO, M. N. S.; SOUZA, J. L.; ARAÚJO, M. J. A. M. Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. **Quim. Nova**, v. 35, n. 1, p. 55-58, 2012.

IURLINA, M. O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentina honeys from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, v. 105, p.297-304, 2005.

JAVANMARDI, J.; STUSHNOFF, C.; LOCKE, E.; VIVANCO, J. M. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. **Food Chemistry**, Oxon, v. 83, n. 4, p. 547-550, 2003.

KAMAL, M. A.; KLEIN, P. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 18, p. 17-21, 2011. DOI: .Acessoem: 17/11/ 2016.

KUÇUK, M.; KOLAYLI, S.; KARAOGLU, S.; ULUSOY, E.; BALTACI, C.; CANDAN, F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. **Food Chemistry**, v. 100, p. 526-534, 2007.

KAČÁNIOVÁ, M.; SUDZINA, M.; SUDZINOVÁ, J.; FIKSELOVÁ, M.; ČUBOŇ J.; HAŠČÍK P. Microbiological and physic – chemical quality of honey collected from different Slovak habitats. **Slovak J. Anim. Sci.**, v.40, n.1, p.38-43, 2007.

KERR, W.E. **As abelhas e a biodiversidade**. Uberlândia.1999. Palestra proferida aos estudantes da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <www.abelhambiente.com.br> Acesso em: 30 novembro. 2016

LIANDA, R. L. P. **Caracterização de mel de *Apis mellifera* pelo seu perfil em substâncias fenólicas por cromatografia líquida de alta eficiência e avaliação da atividade biológica**. 2004. 142p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LIU, J.-R.; YE, Y.-L.; LIN, T.-Y; WANG, Y.-W.; PENG, C.-C.Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. **Food Chemistry**, v.139, p.938-943, ago., 2013.

LIANDA, R. L. P. **Perfil de substâncias fenólicas de méis brasileiros por cromatografia líquida de alta eficiência e avaliação do potencial antioxidante**. 2009. 155 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

LOPES, M. F. P. D. Bioactividade do mel: actividade antioxidante, antimicrobiana e composição em ácidos orgânicos. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Bioquímica. Universidade de Lisboa, Portugal, 99p. 2010.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator, **Norman Rodge, London**, 8p., 1934.

LIMA, A.O.N. 1995. Pólen coletado por abelhas africanizadas em apiário comercial na caatinga cearense. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 118p.

MARCHINI, L. C. **Caracterização de amostras de méis de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera-Apidae) do Estado de São Paulo, baseada em aspectos físico-químicos 73 e biológicos.** Livre Docência, 2001. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MENEZES, C; BONETTI, A. M.; KERR, W.E. Alimentação de Colméias de (*Melipona scutellaris*) com potes artificiais de cera. In: CONGRESSO DE APICULTURA E II DE MELIPONICULTURA, 16, 2006, Aracajú, **Anais...** Aracajú: 2006. CD ROM.

MARCHINI, L. C.; SODRÉ, G. S.; MORETI, A. C. C. C. Mel Brasileiro: composição e normas; Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004.

MORAES, F.J. GARCIA, R.C VASCONCELOS, E. CAMARGO, S.C. PIRES, B.G..HARTLEBEN, A.M LIESENFELD, F. PEREIRA, D.J. . MITTANCK, E.SGIASSON, GREMASCHI, J.R. **Caracterização físico-química de amostras de mel de abelha africanizada dos municípios de Santa Helena e Terra Roxa (PR) *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.4, p.1269-1275, 2014**

MARTINS, J. C. P.; TÔRRES, W. D. L.; SERPA, J. D. F.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; PEREIRA, D. S. Caracterização físico-química de méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) comercializado no município de Russas-CE, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 96-106, 2013.

MESQUITA, L. X. **Características de qualidade do mel de abelha (*Apis mellifera* L.) da mesorregião oeste potiguar do estado do Rio Grande do norte.** 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.

MESQUITA, X. L.; SAKAMOTO, M. S. ; MARACAJÁ, B. P. PEREIRA, S. D. MEDEIROS, Q. V P, **análise físico-químicas de amostras de mel de jandaíra puro (*Melipona subnitida*) e com misturas. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.2, n.2, p. 65–68 Julho/Dezembro de 2007** <http://revista.gvaa.com.br>

MEIRELES, S.;CANÇADO, L.A.C. Mel: parâmetros de qualidade e suas implicações para a saúde. Revista digital FAPAM, Pará de minas, v.4. n.4, 207-219, abr.2016. www.fapam.edu.br/revista.

MENDES, Carolina G. et al. As análises do mel: revisão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.07-14, abr/jun 2009.

Maia U.M., Jaffe R., Carvalho A.T. & Imperatriz-Fonseca V.L. [**Meliponiculture in Rio Grande do Norte.**] Meliponicultura no Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 37(4):327-333, 2015. Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências

MOURA, S. G. **Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758.** 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010

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

MESQUITA, W. S.; LIBERATO, M. C. T. C.; BRAGA, D. C. Estudo comparativo do teor de fenóis totais, flavonóides e atividade antioxidante de méis de *Melipona subnitida*

subnitida e *Apis mellifera* L. produzidos no Ceará. **52º Congresso brasileiro de Química**. 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/10/672-14027.html>> Acesso em: Set. 2017.

MORAES, R. M.; TEIXEIRA, E. W. **Análise do mel**. 2 ed. Pindamonhangaba: Centro de Apicultura Tropical, IZ/SAA, 1998.

MEDA, A., LAMIEN, C. E., ROMITO, M., MILLOGO, J., & NACOULMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, p. 571-577, 2005.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 8-17, 2004.

MENDONÇA, K.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. A.; ALMEIDA-ANACLETO, D.; MORETI, A. C. C. C. Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1748-1753, 2008.

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

NAGAI, T.; INOUE, R.; KANAMORI, N.; SUZUKI, N.; NAGASHIMA, T. Characterization of honey from different floral source. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. **Food Chemistry**, v.97, p.256–262, 2006.

Nogueira-Neto P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão**. Editora Nogueirapis, São Paulo, 1997. 447p.

OLAITAN, P. B.; ADELEKE, O. E.; OLA, I. O. Honey a reservoir for microorganism sand an inhibitory agent for microbes. **African Health Sciences**, v. 7, n. 3, p. 159-165, 2007.

OLIVEIRA, P.S., MULLER, R.C.S., DANTAS, K.G.F., ALVES, C.N.; VASCONCELOS, M.A.M., VENTURIEI, G.C. Ácidos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante em méis de *Melipona fasciculata*, *M. flavolineata* (Apidae, Meliponini) e *Apis mellifera* (Apidae, Apini) da Amazônia. **Química Nova**, 35, 9. 2012

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizadas e nativa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.70, n.2, p.132-138, 2011.

PEREIRA, F. de M.; FREITAS, B.M; VIEIRA NETO, J.M.; LOPES, M.T. do R.; BARBOSA, A. de L.; CAMARGO, R.C.R de.2000. Gargalos tecnológicos e não tecnológicos. In: Vilela, S.L.O; AICAFORADO FILHO, F.G. (org) **Cadeia produtiva do mel no estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, cap. 02, 30-47p.

PEREIRA, F. de M.2002. Gargalos tecnológicos. In: Vilela, S.L.O.; Pereira, F.M. **Cadeia produtiva do mel no Rio Grande do Norte**. Natal. Sebrae-RN; Teresina: Embrapa Meio-Norte. 66-92p.

PUSCAS, A., HOSU, A., & CIMPOIU, C. Application of a newly developed and validated high-performance thin-layer chromatographic method to control honey adulteration. **Journal of Chromatography A**, 1272, 132–135, 2013.

PEREIRA, L. L. **Análise físico química de amostra de méis de Apis melífera e meliponíneos**, PIRACICABA, 2010. 84. P dissertação (mestrado) – escola superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, 2010

PINHEIRO, M. **Produção de Mel**. Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção 3, ISSN 1678-8818 Versão Eletrônica Jul/2003. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/index.htm>> Acesso em: 7 março 2016.

Pérez RA, Iglesias MT, Pueyo E, Gonzalez M, de Lorenzo C (2007). Amino acid composition and antioxidant capacity of Spanish honeys. **J. Agric. Food Chem.**, 55: 360-365.

Persano Oddo LP, Heard TA, Rodríguez-Malaver A, Pérez RA, Fernández-Muiño M, Sancho MT, Sesta G, Lusco L, Vit P (2008). Composition and antioxidant activity of Trigonalcarbonaria honey from Australia. **J. Med. Food.**, 11: 789-794.

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

Pereira D.S., Menezes P.R., Belchior Filho V., Souza A.H. & Maracajá P.B. Abelhas Indígenas Criadas no Rio Grande do Norte. **Acta Vet. Bras.**, 5:81-91, 2011.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. (Coord). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. In: PREGNOLATO. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3.ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 1985. V.1, 533p.

PTDRS. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável.** Sertão do Apodi, 2010. 188 p. http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio055.pdf Acessado em 29 de Abril de 2017

Puri, M., Sharma, D., Barrow, C.J. Enzyme-assisted extraction of bioactives from plants. **Trends in Biotechnology**, v. 30, n.1, p. 37-44. 2012.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, Oxford, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

REAUMUR, M. 1740 **Memoires pour servir l'histoire des insectes.** Imprimerie Royale, Paris. 728p.

RICHTER, W.; JANSEN, C.; VENZKE, T. S. L.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 4, p. 547-553, 2011

REGINATTO, A.; OLIVEIRA, T. C. **Inspeção da Qualidade do Mel de Guarapuava e Região Utilizando Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. Guarapuava. 2004.

Rodrigues A.E., Silva E.M.S., Beserra E.M.F. & Rodrigues M.L. Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* *Melipona scutellaris* produzidos em duas regiões no Estado da Paraíba. **Ciência Rural**. v.35, p.1166-1171, 2005.

RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.M.S.da; BESSERRA, E. M. F. Análise físico-química dos méis de abelhas *Apis Mellífera* e *Melipona scutellaris*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14. , Campo Grande, 2002. **Anais**. Campo grande: Confederação brasileira de Apicultura, p 62, 2002.

Rodríguez-Malaver AJ, Rasmussen C, Gutiérrez MG, Gil F, Nieves B, Vit P (2009). Properties of honey from ten species of Peruvian stingless bees. **NPC**, 4: 1221-1226.

Rodríguez BA, Mendoza S, Iturriga MH, Castaño-Tostado E (2012). Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys. **J. Food Sci.**, 77: C121-C127.

SCOOT, W.J, water relation of food spoilage microorganism **Adv. Food** 7: 83-127,1957

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-acid reagents, **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16 p. 144–158, 1965.

SOUZA, B. A.; MARCHINE, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. A. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Química nova**. São Paulo. v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.

SILVA, R. A.; RODRIGUES, L. M. F. M.; LIMA, A.; CAMARGO, R. C. R. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, Estado do Piauí, Brasil. **Hig Aliment.** v. 20, n. 144, 2006.

SILVA, R.N., MONTEIRO, V.N., ALCANFOR, J.X., ASSIS, E.M., ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência Tecnologia de Alimentos** vol.23, no.3, Campinas, Sept./Dec. 2003

SARAIVA, M. A.; NUNES, G. S.; ROSA, I. G.; SILVA, J. M.; PEIXOTO, C. R.; HOLANDA, C. A. Estado de deterioração dos méis de abelha (*Apis mellifera*) 75 comercializados em São Luís do Maranhão. **Cadernos de Pesquisa**, v.20, n.1, p.64-68, jan.-abr., 2013.

SOUZA, B. A.; MARCHINE, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. A. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Química nova**. São Paulo. v. 32, n. 2, p. 303-308, 2009.

SILVA, P.M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L.V.; COSTA, A.C.O.; FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity, **Food Chemistry**, 196,309–323M 2016.

SOUSA, J. M. B. **mel de abelha sem ferrão produzido na microrregião do Seridó Do Rio Grande Do Norte**. 2011 **Perfil bromatológico de**. 81 f Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal Da Paraíba, Bananeiras, 2011.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A. Características físico-químicas e microbiológicas de méis de *Apis mellifera* L. provenientes de diferentes entrepostos. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.1, p.67-74, 2013.

SAKAMOTO, A. H GOMES, M. F. F, FARIA, F. J. C, **Análise físico-química do mel comercializado no município de Campo Grande – MS, Anais do ZOOTECA'2005 - 24 a 27 de maio de 2005 –Campo Grande-MS.**

SOUZA, B. A.; MARCHINE, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. A. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona subnitida* Illiger, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Revista Química Nova**, v.32, n.2, p.303-308, fev., 2009a.

SILVA, K. F. N. L.; QUEIROZ, A. J. M; FIGUEIREDO, R. M. F; SILVA, C. T. S. S; MELO, K. S. Características físico-químicas de mel produzido em Limoeiro do Norte durante o armazenamento. **Revista Caatinga**, v, 22, n.4, p.246-254, out.-dez., 2009.

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

SODRÉ, G. S. **Características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí**. 2005. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), 2005.

SODRÉ, G. S. **Características físico-químicas, microbiológicas e polínicas de amostras de méis de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae) dos estados do Ceará e Piauí**. 2005. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), 2005.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Manual de segurança e qualidade para a apicultura**. PAS mel, Brasília, DF, 2009 86p.

SENAI- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, PAS indústria. **Manual de segurança e qualidade para a apicultura**. Brasília, DF, 2008 69p.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M.; GÓIS, V. A. Qualidade físico-química de méis silvestres comercializados no município de Apodi, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.1, p. 55-58, 2010.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P.; CARVALHO, C. A. L. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n 4, p. 1139-1144, 2007.

SOARES, K. M. P.; AROUCHA, E. M. M.; GÓIS, V. A. Qualidade físico-química de méis silvestres comercializados no município de Apodi, RN. **Acta Veterinária Brasileira**, v.4, n.1, p. 55-58, 2010.

SILVA, M. ; C.; P. **Caracterização físico-química, teor de antioxidante e perfil sensorial de méis de abelhas submetidos à desumidificação e umidificação** . 2015. 81f: il. Dissertação (Mestrado em produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SOUSA, J. M. B.; DE SOUZA AQUINO, I.; MAGNANI, M.; DE ALBUQUERQUE, J. R.; DOS SANTOS, G. G.; DE SOUZA, E. L. Aspectos físico-químicos e perfil sensorial de méis de abelhas sem ferrão da região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1765-1774, jul.-ago., 2013.

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

SERRANO S., VILLAREJO M., ESPEJO R. & JODRAL M. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of Citrus and Eucalyptus honeys by discriminant analysis. **Food Chem.** v.87, p.619-625, 2004..

SEEMANN, P.; NEIRA, M. **Tecnología de laproducción apícola**. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciências Agrarias Empaste, 2008. 202p.

SOUSA, J. M. B. **Perfil bromatológico de mel de abelha sem ferrão produzido na microrregião do Seridó Do Rio Grande Do Norte.** 2011. 81 f Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal Da Paraíba, Bananeiras, 2011.

SOUZA, B. A.; MARCHINE, L. C.; ODA-SOUZA, M.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. A. Caracterização do mel produzido por espécies de *Melipona subnitida Illiger*, 1806 (Apidae: Meliponini) da região nordeste do Brasil: 1. Características físico-químicas. **Revista Química Nova**, v.32, n.2, p.303-308, fev., 2009.

SANTOS, FRANCISCO K.G.; DANTAS FILHO, ANTONIO N.; LEITE, RICARDO H.L.; AROUCHA, EDNA M.M.; SANTOS, ANDARAIR G.; OLIVEIRA, THIAGO A. **Rheological and some physicochemical characteristics of selected floral honeys from plants of caatinga** Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 86, núm. 2, junho, 2014, pp. 981-994 Academia Brasileira de Ciências Rio de Janeiro, Brasil

TÔRRES, W. D. L.; AROUCHA, E. M. M.; MARTINS, J. C. P.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; MARACAJA, P. B. Caracterização físico-química e sensorial de Amostras de mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) produzidas em quatro áreas do município de Apodi/RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 4, p. 57-66, 2013.

TSAO R. (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients*, 2: 1231-1246.

TSIAPARA, A.V; JAAKKOLA, M.; CHINOU, I.; GRAIKOU, K.; TOLONEN, T.; VIRTANEN, V. ; MOUTSATSOU, P. Bioactivity of Greek honey extracts on breast câncer (MCF-7), prostate câncer (PC-3) and endometrial câncer (Ishikawa) cells: Profile analysis of extracts. **Food Chemistr**, v.116, p.702–708, 2009.

VASCONCELOS, A. T. C. **Efeito da alimentação artificial no desenvolvimento de colônias na Baixada Ocidental Maranhense.** São Luís, 2009 Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2009. 49 p.

VILLAS-BÔAS, J. K.; MALASPINA, O. Parâmetros Físico-Químicos Propostos para o Controle De Qualidade do Mel de Abelhas Indígenas Sem Ferrão no Brasil. **Mensagem Doce**, v.82, p.6-16, 2005.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; TEIXEIRA, F. C. Alimentos funcionais: conceitos básicos. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2010.

VIT, P.; MEDINA, M.; ENRIQUEZ, M. E. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, México and Venezuela. **Bee World**, v.85, n.1, p.2-5, 2004.

VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do Paraná**. 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

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

WHITE JUNIOR, J.W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymethylfurfural and proline in honey; Collaborative study. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemistry**, v.62, n.3, p.515- 526, 1989.

WHITE JUNIOR, J.W. The role of HMF and diastase assays in quality evaluation. **Bee World**, v.75, n. 3, p. 104-17, 1994.